TECNICA

REVISTA DE ENGENHARIA

DOS ALUNOS DO

INSTITUTO SUPERIOR TECNICO

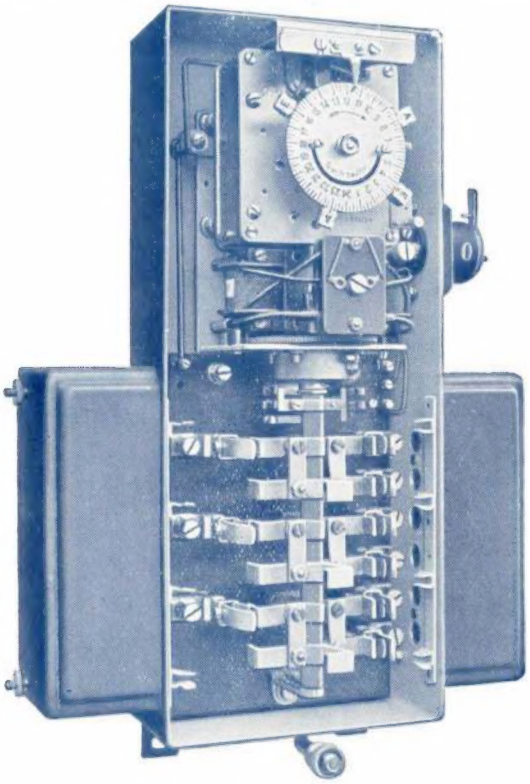
FEVEREIRO, 1936 NÚMERO 72

Instituto Superior Técnico
N.º 861
- BIBLIOTECA -

LISBOA, CAIS DA EUROPA

A majestosa praça do Terreiro do Paço, com os novos cais projectados para poente, e que servirão para o serviço dos grandes paquetes de passageiros

Para iluminação automática de ruas



FORNECEMOS

Conjuntores-disjuntores horários com corda eléctrica para acender e apagar a iluminação ou para a comunicação de dois circuitos separados

Movimento de relojoaria insensível às variações de temperatura

Auto-décalage astronómica
= de grande precisão =

Fr. Sauter S. A. Bâle (Suíça)

REPRESENTANTE:

EDOUARD DALPHIN, Engenheiro

R. Passos Manuel, 191 PORTO

LIZ

CIMENTO PORTLAND ARTIFICIAL

Em barricas de 180 quilos e sacas de 50 quilos

O melhor e mais regular dos cimentos — Endurecimento rápido — As mais altas resistências

Produção anual de 120.000 toneladas, empregando dois fornos rotativos metálicos

EMPRESA DE CIMENTOS DE LEIRIA

S. A. R. L. — Capital 8.000:000$00

Fábricas em Maceira — MARTINGANÇA

Escritórios: R. do Cais de Santarém, 64, 1.º — LISBOA — Telef. n.os 21331/32/33

FILIAL DO NORTE — Rua Formosa, 297 — PORTO

AGENTES EM TODO O PAÍS

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
861
BIBLIOTECA
BIBLIOTECA I.S.T.

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

PROPRIETÁRIO E EDITOR:
ASSOCIAÇÃO DOS ESTUDANTES DO I. S. T.

DIRECTOR: ANTÓNIO DE CARVALHO XEREZ

ADMINISTRADOR: MANUEL C. MENDES DA ROCHA

CORPO REDACTORIAL
EUGÉNIO LEITE MORAIS (Civil), ARTUR CARVALHO ALVES (Electricidade e Máquinas),
ANTÓNIO MARQUES DA PAIXÃO (Quimica e Minas)

Redacção e Administração:
I. S. T. — Rua da Boa Vista, 79
Telef. 2 2112

Ano 1936 N.º 72
LISBOA — FEVEREIRO

Composição e impressão:
OFICINAS FERNANDES
R. da Cruz dos Poiais, 103 LISBOA

SUMÁRIO

PORTOS E GARES MARÍTIMAS, pelo Eng.º A. de M. Cid Perestrelo (Prof. I. S. T.) ... 295
AEROFOTOGRAMETRIA, pelo Prof. General Norton de Matos, Director Técnico da S. P. L. A. L. 309
NOTAS SÔBRE O CÁLCULO DE SECÇÕES DE CANAIS, pelo Eng.º José F. de Sousa Monteiro (Univ. Gand) 315
REGULAMENTO DO BETÃO ARMADO ... 327
NOTAS BIBLIOGRÁFICAS 329
DO MUNDO TÉCNICO 329
PUBLICAÇÕES RECEBIDAS 330

Número avulso ..... 4$00

ASSINATURAS

Continente ou Ilhas adjacentes:

3 números ..... 12$00
6 » ..... 23$00
12 » ..... 44$00

Colónias Portuguesas e Espanha:

6 números ..... 30$00
12 » ..... 55$00

Estrangeiro:

6 números ..... 40$00
12 » ..... 70$00

DEPOSITÁRIO GERAL: ASSOCIAÇÃO DOS ESTUDANTES DO I. S. T.
RUA DA BOA VISTA, 79 — LISBOA
TELEFONE 2 2112

MUNDET & C.ª L.DA

Séde: SEIXAL--Fábrica: MONTIJO (Nascente)

AGENCIA GERAL

Dirigida por: Engenheiro José Belard da Fonseca e Construtor Amadeu Gaudêncio

Stand e Escritório

Rua Alexandre Braga, 55 (A. G.)

Telefones: 2999 e 5451 LISBOA

Pavimentos de cortiça

Fôlhas de cortiça para lambriz

Cortiça em placas para isolamentos

Granulados de mármores

para exportação e para o país

Mosaicos de granulados de mármore

OS MAIS BONITOS
OS MAIS RESISTENTES
OS MAIS VANTAJOSOS

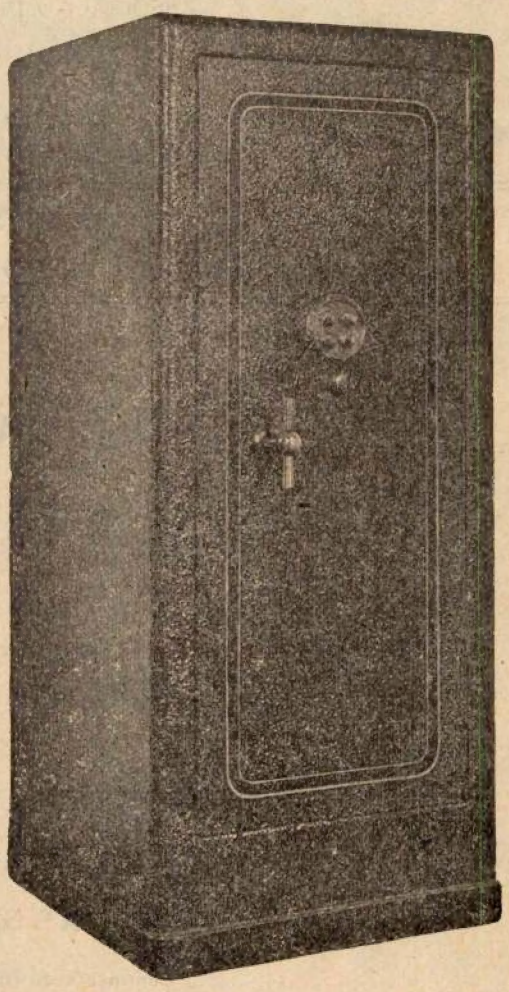
Soc. Portuguesa CADAN

Rua D. Estefania, 42

Telefone 47812 *Lisboa*

Fábrica Portugal, L.DA

Regueirão dos Anjos, 96—LISBOA



SEGURANÇA ABSOLUTA CONTRA

ROUBO
QUEDA
AGUA
FOGO

SALAS DE EXPOSIÇÃO E VENDA:

Rua Febo Monis, 2 a 20—Telef. 4 7158
Praça dos Restauradores, 49 a 54—Telef. 2 4848
Avenidas da República e Elias Garcia—Telef. 4 7159
Rua da Graça, 82 e 84—Telef. 4 7160

"Modernas concepções da mecânica"

Lições realizadas no Instituto dos Altos Estudos da Academia de Ciências de Lisboa

Pelo Doutor Aureliano de Mira Fernandes

(Separata da "TÉCNICA")

"Regulamento de pontes metálicas"

Nova edição da separata da «Técnica»

A' VENDA NA
Associação dos Estudantes do Instituto Superior Técnico

"LUSALITE"

INCOMBUSTÍVEL
LEVE
RESISTENTE
ISOLADOR
IMPUTRESCÍVEL

fibro-cimento nacional

EM

Tubos para pressões hidráulicas de 3 a 12 K.os/cm.2
Chapas onduladas para coberturas
Chapas lisas para revestimento de tetos, tabiques, etc.
Produtos da Sociedade Portuguesa de Fibro-cimento

ÚNICOS CONCESSIONÁRIOS:

CORPORAÇÃO MERCANTIL PORTUGUESA, L.DA
Rua do Alecrim, 10

Telefones: 2 3948 — 2 8941 — LISBOA — Telegramas: Lusalite

União Eléctrica Portuguesa, S. A.

SEDE SOCIAL

Rua Duque de Loulé, 243 — PORTO

CAPITAL { Acções ..... 40:000 contos
Obrigações 11:000 contos

ELECTRICIDADE DO LINDOSO

FORÇA { Hidráulica ..... 40:000 HP
Térmica ..... 20:000 HP

Potência já contratada 20:000 HP
Potência disponível ... 22:000 HP

Extensão total das linhas em exploração: 700 quilómetros

Facilidade para electrificação de fábricas e linhas distribuïdoras nas zonas de PORTO, Braga, Coimbra, Figueira da Foz, Leiria, Alcobaça, Tomar, Caldas da Rainha, etc., etc.

Consultai as nossas tarifas

CIMENTO

SECIL

Experimentem a nova embalagem em sacos de papel, absolutamente segura, impermeável e sem devolução

Delegação em Lisboa: R. DO ALECRIM, 45, 1.º

Endereço telegráfico: SECIL-Lisboa
TELEFONES: 2 8201, 2 8202 e 2 9166

FÁBRICA EM OUTÃO (SETÚBAL)

Azeitão 404 Setúbal 283

Engenheiro Civil I. S. T.

Ricardo E. Teixeira Duarte

Captagens de água subterrânea
Sondagens e Poços artezianos
Fundações em terrenos aquíferos

RUA AUGUSTA, 280, 4.º (ELEVADOR).

Telefone 2 3962

LISBOA

F. J. Soares Mendes

CONSTRUTOR

Fundição de Aço, Ferro
e outros metais
Serralheria e Forjas

Máquinas agrícolas e industriais

Lagares de azeite

Os mais modernos e perfeitos

Executam-se peças de aço vasado até 4.000 quilos por unidade

Rossio de Abrantes

Telefone n.º 80

TECNICA
ANTÓNIO DE CARVALHO XEREZ
DIRECTOR

Fevereiro de 1936 Número 72

PORTOS E GARES MARÍTIMAS

pelo Eng.º A. de M. Cid Perestrelo
(PROF. I. S. T.)

Pelo seu oportuno interêsse publicamos esta notável tese, apresentada no I Congresso Nacional de Turismo, onde o Autor, depois de passar em revista os principais portos e gares *marítimas estranjeiras, aborda o problema português:* **Lisboa, cais da Europa.** *Oxalá, num futuro próximo, êsse problema seja uma realidade.*

OS PORTOS MARÍTIMOS, sendo, como é sabido, instrumentos poderosos do fomento e do progresso das regiões que servem, constituem ao mesmo tempo factores muito importantes para o desenvolvimento do turismo.

Por êles se estabelecem, com efeito, as principais comunicações, não só entre os diversos países, mas muitas vezes até entre as várias regiões dum mesmo país. Por êles se canalizam as grandes correntes do tráfego internacional. Por êles se dirigem, em busca de novos horizontes, os viajantes que as facilidades de transporte tornam cada vez mais numerosos.

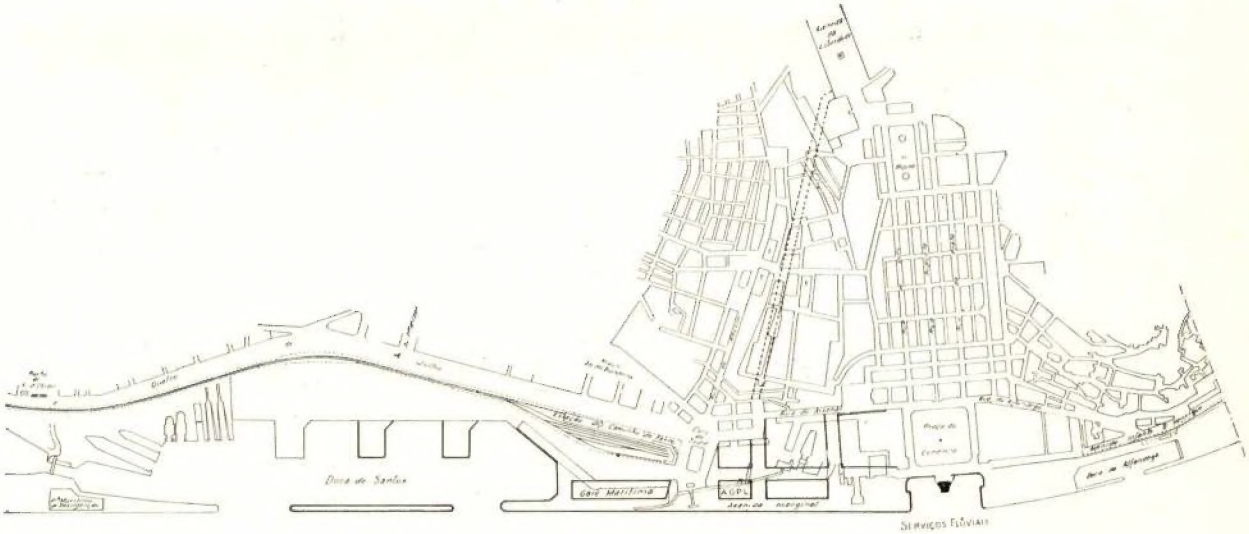
Através dos primitivos portos propagaram-se outrora as primeiras civilizações e é, ainda, através dos grandes portos que se proporcionam nos tempos modernos as relações entre os povos.

Com o aparecimento dos navios a vapor de grande tonelagem, no final do século passado, começou a intensificar-se o tráfego dos passageiros pela via marítima, tráfego que representa actualmente, por ano, alguns milhões de unidades.

Todos os países marítimos, para acompanharem êste movimento do progresso, procuraram dotar os seus portos com os melhoramentos indispensáveis a êste tráfego, aprofundando para isso os seus canais de acesso, estabelecendo novas obras de abrigo e de acostagem, construindo *gares* marítimas e dando as maiores facilidades aos serviços de passageiros.

Assim se aprofundaram os canais de acesso aos portos de Anvers, de Liverpool, de Nova York, de Rotterdam, de Southampton e de tantos outros, se construiram os novos molhes, os novos cais e as novas docas dos principais portos — e cuja lista seria inumerável — e se edificaram as estações marítimas de Cherburgo, de Génova, do Havre, de Nápoles, do Verdon, para não citar senão as mais modernas. Melhoraram-se os meios de embarque e desembarque, reduziu-se ao mínimo a fiscalização sanitária e simplificaram-se os serviços aduaneiros.

Por tôda a parte se procurou atrair o passageiro, dando-lhe comodidades e facilidades que são hoje absolutamente indispensáveis para quem viaja. As cidades marítimas depressa se transformaram em grandes centros de turismo, que comunicações rápidas e económicas puseram em ligação com as mais importantes capitais e os mais afamados lugares de vilegiatura. Como flagrante exemplo disso, podemos citar os portos do norte da França, da Bélgica e da Holanda, visitados anualmente por



Planta, na escala de 1:20.000, indicando a localização da nova gare *marítima de Lisboa. Nesta planta indica-se também o traçado da margem, desde o Terreiro do Paço até Santos e as futuras ligações da praça do Cais do Sodré, com a parte norte da cidade, preconizadas pelo Autor.*

alguns milhões de excursionistas, vindos principalmente da Inglaterra e das Américas e que se dirigiam a Paris, quando Paris era ainda o maior atractivo da Europa e o câmbio não afugentava os turistas, ou se ficavam pelas praias da Bretanha, da Normandia e do Mar do Norte, agora também mais ou menos em crise.

*
* *

Pela sua posição geográfica, no extremo ocidental da Europa e no caminho dos grandes países do norte para as Américas, para a África e para o Mediterrâneo, Portugal possui uma situação magnífica para atrair os viajantes quer da navegação transatlântica, quer da navegação intercontinental. E tem para isso um pôrto privilegiado pelas suas condições naturais de acesso, de abrigo, de fundeadouros, capaz de receber as maiores esquadras e os maiores navios até agora construídos, o pôrto de Lisboa, o melhor da Península e um dos melhores do Mundo.

Situado no vasto estuário do Tejo, abrigado do norte e do sul pelas terras que o limitam, com uma entrada acessível e fácil em qualquer estado de maré e com profundidades que alcançam em alguns pontos algumas dezenas de metros, têm êste pôrto representado sempre para a nossa economia um valioso factor, que importa ainda completar e desenvolver.

Por êle se faz quási que exclusivamente o tráfego dos passageiros da grande navegação (pois a parte que cabe a Leixões é relativamente muito pequena) e a parte mais importante do nosso comércio marítimo. Por êle se faz o embarque e desembarque anual de algumas centenas de milhar de malas postais e se movimentam alguns milhões de toneladas dos navios que o freqüentam.

Pôrto ao mesmo tempo comercial e militar, pôrto de escala e de testa de linhas, pôrto de armamento, de pesca, de cabotagem e de distribuïção, é sobretudo como pôrto de trânsito que o pôrto de Lisboa deve ser considerado e melhorado, para servir o seu *hinterland* natural, que é não só o país mas uma parte da Espanha — para quem devem tender as nossas aproximações económicas — e ainda para desempenhar o grande papel de *cais da Europa* para que a natureza tão pròdigamente o dotou.

Ligado às principais capitais por linhas férreas que, estando longe de serem óptimas, são contudo satisfatórias; servido por uma rêde de estradas que, não sendo também boa, irá servindo enquanto se não arranjar melhor (e adiante diremos o que nesta matéria seria necessário fazer); com francas possibilidades de ser dotado com linhas aéreas, que urge estabelecer; êste pôrto, distante pouco mais de 600 quilómetros de Madrid e cêrca de 2.000 de Paris, tem condições, como nenhum outro da Península, [1] para constituir o caminho mais curto das viagens transatlânticas, posição que a falta de uma propaganda bem orientada e a ausência de facilidades e comodidades fizeram perder outrora, quando os navios que da Argentina e do Brasil traziam anualmente muitos

[1] Vigo dista de Madrid cêrca de 800 km. e Cadiz mais de 700 km.

milhares de passageiros ficavam ao largo, separados da terra, que lhes podia proporcionar meios de transportes mais rápidos e mais cómodos para os seus destinos.

Tristes tempos êsses, em que a costa portuguesa era ainda a *costa negra,* desprovida de iluminação e o nosso primeiro pôrto não oferecia aos navios de passageiros um cais onde atracassem, nem em terra uma estação marítima onde os viajantes tivessem, ao menos, uma sala de espera, que ainda hoje não existe!

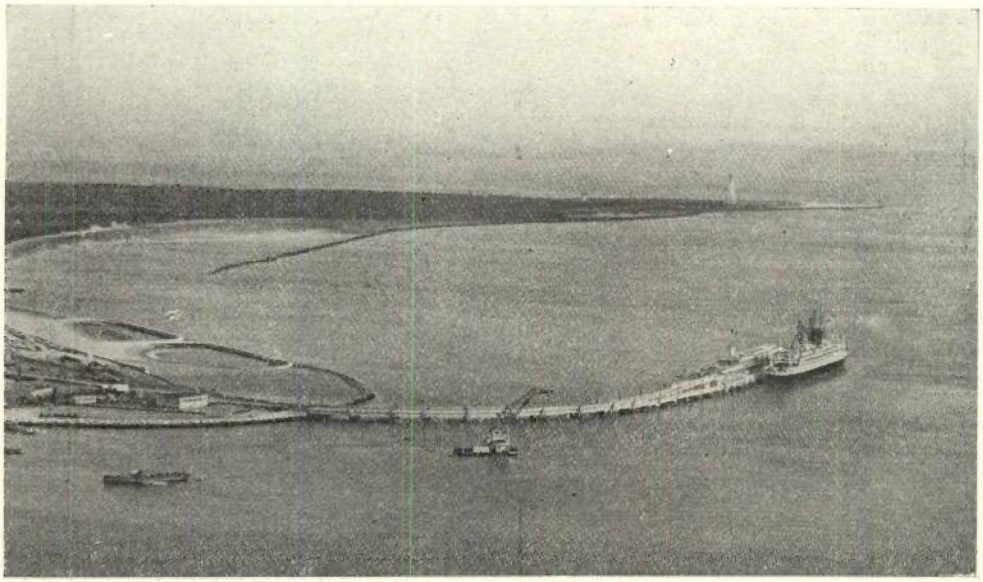
A partir de 1918 conseguiu-se — à custa de quantas dificuldades! — que alguns grandes transatlânticos começassem a atracar, como o *Brabantia* e o *Limburgia* da Mala Real Holandesa, ao cais de Alcântara, junto à antiga instalação das *Messageries Maritimes* e onde, com o auxílio de defensas flutuantes, se obteve a profundidade de água de que êsses navios necessitavam. Mas, logo em 1921, com a desorganização dos serviços do pôrto de Lisboa, voltou-se ao primitivo sistema de embarque e desembarque dos passageiros ao largo e foi sòmente, depois de 1927, com as novas Administrações do pôrto, que se voltou novamente a encarar a sério êsse importantíssimo problema, tendo sido decretada em 1928 a obrigatoriedade da atracação dos navios de passageiros, o que representou um importantíssimo melhoramento para o nosso primeiro pôrto.

Para essas atracações foram destinados, à falta de melhor, a parte de jusante do cais de Alcântara e o molhe oeste da doca de Santos, junto ao Pôsto Marítimo de Desinfecção.

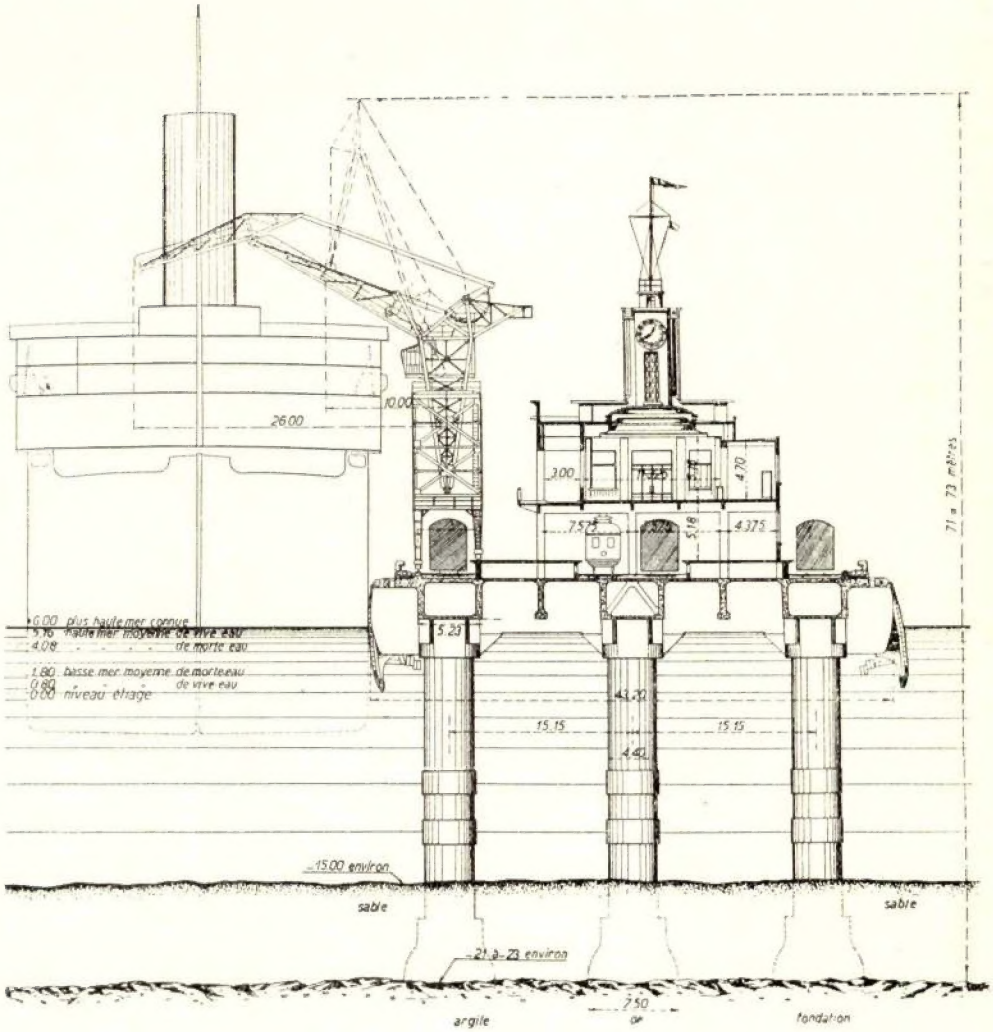
Começou-se a pensar na construção de uma estação marítima, de que já em 1917 se entrevira a necessidade, ao elaborar-se nos Serviços Técnicos do pôrto de Lisboa o projecto do complemento das obras da 1.ª secção do pôrto, e para a qual se destinou então, muito judiciosamente, a parte a construir entre o Terreiro do Paço e Santos.

Posta de parte a idéia de a construir no terrapleno da Alfândega, a leste do Terreiro do Paço, como preconizava o Eng.º António Belo no seu projecto de melhoramentos na margem direita do Tejo, apresentado em 1920, e onde posteriormente se fez a estação fluvial do Sul e Sueste, e aceite, ao que parece, em princípio a idéia de construir — no local indicado em 1917 e depois igualmente preconizado, em 1928, pela Comissão de classificação dos portos — uma *gare* marítima monumental, foram ùltimamente mandadas estudar duas simples estações marítimas, a construir respectivamente em Alcântara e na Rocha do Conde de Óbidos, segundo referiu na sua interessante conferência, realizada em Janeiro de 1934, na Câmara Municipal de Lisboa, o Eng.º Sá Nogueira, Administrador Geral do pôrto de Lisboa.

Além dos serviços da grande navegação transatlântica e dos barcos de turismo que, sobretudo nos últimos anos, têm afluído ao pôrto de Lisboa em grande número, há ainda a considerar neste pôrto os serviços das companhias nacionais de navegação para a África e para as ilhas adjacentes e o importantíssimo serviço dos passageiros entre as duas margens do rio. O primeiro é feito nos cais da Fundição e do Terreiro do Trigo, para as compa-



Instalações marítimas do Verdon. Vista geral do molhe de escala do Verdon na foz da Gironda, destinado ao serviço dos passageiros de navegação transatlântica.



Instalações marítimas do Verdon. Corte transversal do molhe de escala, e da gare *marítima.*

nhias de África, e no cais de Santos, para as das Ilhas. O segundo em vários pontos, desde o Terreiro do Paço a Belém, mas especialmente no terrapleno da Alfândega, para os passageiros das linhas do Sul e Sueste, no Cais das Colunas e no Cais do Sodré para os passageiros de Cacilhas e em Belém, para os da Trafaria. As instalações, à excepção das do Sul e Sueste, que são modernas e satisfatórias são tôdas muito deficientes, sendo o embarque e o desembarque no Cais das Colunas feitos em péssimas condições.

*
* *

Em todos os grandes portos foram os serviços de passageiros, tanto da grande navegação como da navegação interior, considerados como dos mais importantes e por tôda a parte se tem procurado, especialmente depois da grande guerra, melhorá-los, construindo novas instalações e transformando as existentes.

Considerando que a *gare* marítima representa o primeiro contacto com o País, que o estranjeiro tem ao desembarcar, e que da sua primeira impressão resulta muitas vezes o bom ou mau juizo que faz do seu adiantamento, procurou-se dar-lhe nessas *gares* uma impressão de confôrto, de comodidade e mesmo de grandeza, que explicam as grandes obras ùltimamente construídas em alguns portos.

Para encurtar as viagens marítimas e sobretudo para evitar a navegação, sempre demorada e contingente, pelos rios que dão acesso a alguns grandes portos, como Bordéus, Hamburgo, Bremen, etc., fizeram-se as custosas instalações do Verdon, de Cuxhaven, de Bremen-Haven, onde os navios deixam os passageiros que em combóios rápidos, atingem mais depressa os seus destinos.

Delas e das principais *gares* marítimas vamos fazer uma rápida descrição.

As instalações do Verdon, (1) na foz da

(1) Vidé «Technique des Travaux» de Janeiro de 1934.

Gironda, compreendem um molhe aberto de cêrca de 3 quilómetros de comprimento, terminado por uma estacada, acostável dos dois lados, com um comprimento de 317,5 metros e uma profundidade de água, em baixamar, de 12 a 16 metros, destinada à atracação dos grandes paquetes, onde se acha construída uma estação marítima, ligada a Bordéus e à rêde dos caminhos de ferro franceses por linhas férreas. Esta obra, começada em 1929, acha-se terminada e a funcionar há cêrca de ano e meio.

As instalações de Cuxhaven e de Bremen-Haven compreendem grandes docas com cais acostáveis e profundidades suficientes para os grandes navios.

Das modernas *gares* marítimas as mais interessantes são certamente as dos portos italianos de Génova e de Nápoles e as dos portos franceses do Havre e de Cherburgo.

A de Génova, (1) inaugurada em 1930, foi construída na antiga *Ponte dei Mille* e compreende além dos cais acostáveis, de um e outro lado do molhe, que tem cêrca de 220 metros de comprimento, um edifício com três pavimentos e ocupando uma superfície coberta de 17.000 metros quadrados, sendo o primeiro pavimento destinado aos passageiros da 3.ª classe e os outros aos da 1.ª e 2.ª classes. O acesso aos pavimentos superiores, do lado de terra, é feito por um viaduto, por debaixo do qual passam as vias férreas que servem a estação marítima. O custo desta instalação foi de cêrca de 18 milhões de liras. O movimento anual de passageiros neste pôrto, onde está em construção uma outra estação marítima, no cais Andrea Doria, junto à *Ponte dei Mille* e para alargamento da primeira, anda por uns 150 a 180 mil, dos quais cêrca de 30 por cento procedem ou se destinam aos outros portos italianos.

A *gare* de Nápoles, (1) construída no novo molhe Angioino, desembocando na majestosa Praça do Município e que ficará, depois de concluída, com uma extensão total de cais de cêrca de 1.000 metros, sem o carácter monumental da de Génova, foi projectada com tôdas as disposições necessárias para o serviço marítimo e suas ligações com o serviço ferro-viário, de grande importância neste pôrto, onde o tráfego de passageiros atinge anualmente a elevada cifra de mais de um milhão, compreendendo os passageiros da navegação costeira, especialmente para a Sicília e Córsega, e que representam a parte mais importante dêste tráfego.

A do Havre (2), inaugurada no mês de Maio do corrente ano, por ocasião da primeira viagem do *Normandie*, fica na grande doca de marés construída junto ao novo ante-pôrto e no prolongamento do cais Joannes-Couvert, e está afecta especialmente ao serviço da Companhia Geral Transatlântica, tendo uma frente de acostagem de 600 metros e edifícios ocupando uma área de cêrca de 20.000 metros

(1) Vidé «Le Port de Gênes» publicado em 1931 pelo Consórcio do Pôrto de Génova.

(1) Vidé «Les grands ports maritimes de l'Italie» publicado pelo Ministério das Obras Públicas italiano.
(2) Vidé «Génie Civil» de 1 de Junho de 1935.

Gare *marítima de Cherburgo*
Construída em 1933. Vista do lado do mar.

Gare *marítima de Cherburgo. Vista lateral, mostrando, à direita, a* gare *marítima e, à esquerda, a estação dos caminhos de ferro que a servem.*

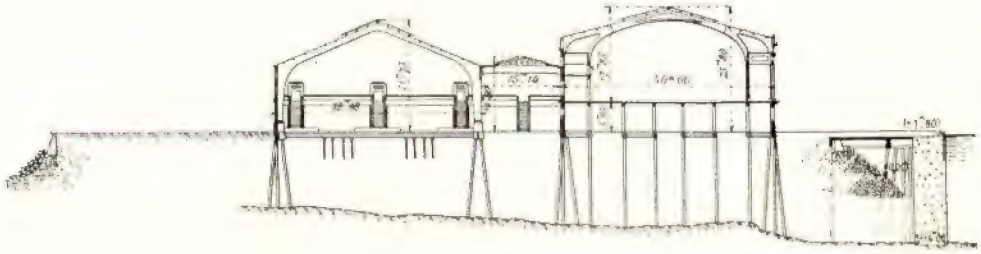
quadrados, compreendendo a estação marítima pròpriamente dita, com dois pavimentos, e um *hangar,* paralelo à estação, destinado às linhas férreas. O acesso à estação do lado de terra é feito, como em Génova, por um viaduto. Para os barcos que fazem o serviço da Mancha existe uma outra estação marítima, no Cais do Escalda, à retaguarda do Cais da Flórida, onde estão as instalações da Companhia Industrial e Marítima, em cujo prolongamento se encontra o cais Joannes Couvert e a nova estação marítima. O movimento de passageiros neste pôrto, que em 1913 chegou a atingir 700.000, não chega agora a atingir anualmente 400.000.

Finalmente a de Cherburgo, (1) construída em 1933 compreende um edifício central, de 280 metros de comprimento e 95 metros de largura, com duas alas, de 110 metros de comprimento e 40 metros de largura, em frente do cais, que tem um comprimento total de 640 metros e foi fundado à profundidade de (— 14,^{m}00). O corpo central destina-se, na parte da frente, às salas de espera e de revisão de bagagens, e na parte anterior, às vias férreas do serviço da estação, ficando entre os dois corpos do edifício uma passagem coberta, para os serviços dos veículos e dos peões. O custo total destas instalações, compreendendo a construção dos cais, edifícios, vias férreas e o equipamento da estação marítima, foi de 65 milhões de francos. O movimento de passageiros neste pôrto não chega a atingir anualmente 200.000, embora seja freqüentado por cêrca de mil paquetes de escala, muitos dos quais porém não passam do pôrto exterior, fazendo o serviço dos passageiros em rebocadores que os levam a terra.

Noutros portos franceses (2) existem também *gares* marítimas, destinadas especialmente ao

(1) «Génie Civil» de 5 de Agosto de 1933.

(2) Vidé «Les ports maritimes de France», número «hors série» de «Science et Industrie», publicado em 1933.



Gare *marítima de Cherburgo. Corte transversal do muro-cais junto à* gare *marítima.*

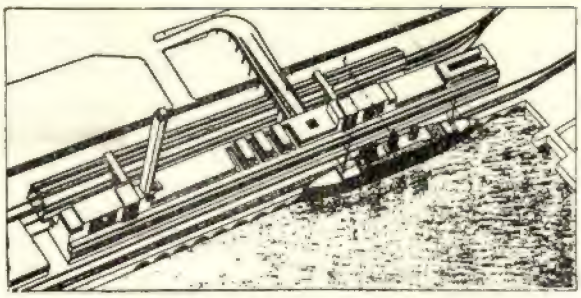
BIBLIOTECA IST

serviço das companhias que fazem ou o serviço de passageiros através da Mancha ou os da grande navegação.

Estão no primeiro caso as *gares* de Boulogne, de Calais, de Dieppe e de Saint-Malo, que servem os vapores das carreiras diárias entre estes portos e os portos inglêses de Folkestone, de Dover, de New Haven e de Southampton, e cujo tráfego anual regula por um milhão de passageiros.

A de Boulogne, construída em 1928, tem 270 metros de comprimento, dispondo de um cais com fundos a (—4,^{m}50), atracando ainda os barcos mais pequenos ao Cais Chanzy que tem 230 metros de comprimento e fundos a (—3,^{m}50). A de Calais tem, além de um edifício para os serviços de passageiros, compreendendo um hotel, salas de espera e de bagagens, etc., um vasto *hangar* para mercadorias. A de Dieppe dispõe de um cais com um comprimento de 370 metros, sendo o serviço de Saint-Malo feito no Cais de Saint-Louis, na estacada da Companhia *Southern Railway*.

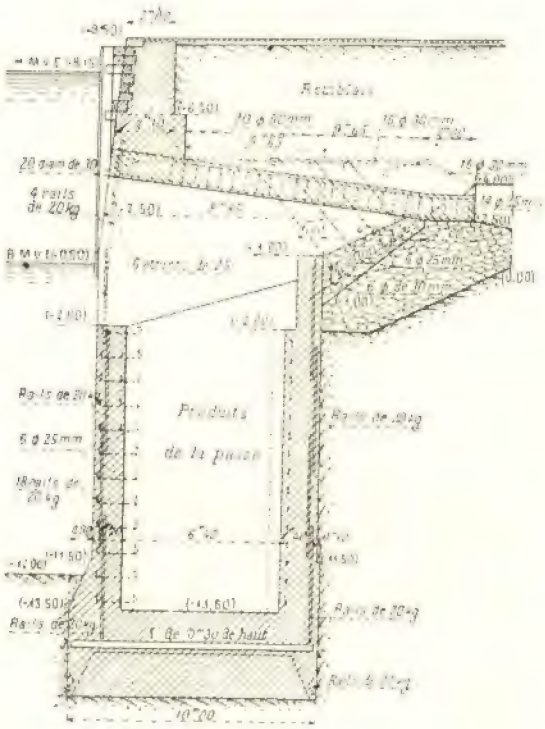
Ao segundo grupo pertencem as instalações marítimas dos portos de La Rochelle (onde o número de turistas é superior a 100.000 por ano), de Nantes, de St. Nazaire, de Bordéus, de Dunquerque, de Port Vendres e de Marselha, para não citarmos senão os principais. Destas as mais importantes são as de Bordéus e de Marselha, das grandes companhias transatlânticas e mediterrâneas de navegação, que tôdas possuem os seus cais e instalações próprias, onde se efectuam os embarques e desembarques dos seus passageiros. Tendo-se visto porém as vantagens de centralizar numa só estação marítima os serviços da grande navegação, construiu-se já, para servir o pôrto de Bordéus, o pôrto de escala do Verdon, a que atrás fazemos referência, estando projectada nas novas obras em execução no pôrto de Marselha — onde o número de passageiros em 1931 atingiu 850.000 — ao sul das docas de *La Joliete* uma grande *gare* marítima para os serviços dos paquetes da *Peninsular and Oriental*, da *Rotterdam Lloyd* e das *Messageries Maritimes*. Em Port Vendres foi construída em 1929 uma *gare* marítima, com 130 metros de comprimento por 15 de largura, sendo o número de passageiros que ali passaram em 1930 de cêrca de 90.000.



Gare *marítima do Havre. Perspectiva da* gare *marítima, vendo-se as linhas férreas que a servem e a* passerelle *de ligação às ruas de acesso.*

Gare *marítima do Havre. O* Normandie *atracado à* gare *marítima por ocasião da viagem inaugural dêste paquete, em 23 de Maio de 1935.*

Nos portos espanhóis, a não ser em Barcelona, onde há uma estação marítima para os vapores correios das Baleares e outra para os paquetes, com cais fundados a (— 8,^{m}00) e a (— 9,^{m}50); Gijon-Musel, onde existe igualmente uma estação marítima; Algeciras, que dispõe de um cais e de um velho edifício para os correios de África; Sevilha, que tem já um cais para os maiores navios de passageiros que freqüentam o pôrto; e poucos mais portos, — não existem instalações especiais para o serviço de passageiros, ficando ainda em alguns dos seus grandes portos como Vigo, a Corunha, Cadiz, Valência, etc. os navios ao largo, existindo embora em terra já razoáveis instalações



Gare *marítima do Havre.* *Corte transversal do muro-cais junto à* gare *marítima.*

para êsse serviço, em alguns dêsses portos e, nos quais estão projectados ou em construção cais fundados a grandes profundidades para a atracação dos barcos de passageiros.

Nos portos inglêses, como nos americanos, existem de há muito estações marítimas, quer especiais para cada companhia de navegação, como as do pôrto de Southampton (que tem cêrca de 1/3 do movimento de passageiros do Reino Unido); as de Londres, em Tilbury Docks, onde existe um excelente hotel, propriedade do pôrto e destinado aos viajantes, em Victoria and Albert and King George V Docks, na West e na East Indian Docks, etc.; as de Nova York, no Hudson River pertencentes às mais importantes companhias que fazem o serviço do Atlântico e do Pacífico e tantas outras, até às que servem o grande tráfego dos passageiros, como os célebres desembarcadouros *Princes & Georges Landing Stages,* de 760 metros de comprimento, do pôrto de Liverpool, os cais da Avenida Marginal que se estendem desde a Praça Mauá à estação dos caminhos de ferro no pôrto do Rio de Janeiro, os da Doca Norte no pôrto de Buenos Ayres e quantos mais.

Noutros países, como a Holanda, o problema das *gares* marítimas tem igualmente sido considerado, tendo sido construida recentemente uma nova instalação para os serviços de passageiros em Rotterdam. Também o novo pôrto de Gdynia, na Polónia, foi dotado com uma majestosa *gare* marítima.

*
* *

Dada assim uma idéia muito sumária do que são algumas das instalações destinadas ao serviço dos passageiros nos grandes portos, vejamos como, em relação aos portos portugueses, se nos afigura que o problema poderá ser resolvido.

E porque se trata do turismo e das facilidades que lhe são indispensáveis para o seu desenvolvimento, e ao turismo nacional interessam não só os portos do Continente, mas ainda os das Ilhas e Colónias, a uns e outros nos referiremos, tratando das instalações especiais de que é indispensável dotá-los, tanto para os passageiros da navegação marítima, como para os da navegação fluvial, que para alguns dos nossos portos e para Lisboa, especialmente, têm igualmente a maior importância.

Em relação ao nosso primeiro pôrto continental, já vimos atrás como se faz actualmente o serviço dos passageiros. Êsse serviço compreende quatro categorias distintas, a saber:

1.ª — Os passageiros da navegação internacional, feita por navios de companhias estranjeiras, de carreiras regulares ou de turismo.

2.ª — Os passageiros da navegação colonial, feita por duas companhias nacionais, a Companhia Nacional de Navegação e a Companhia Colonial de Navegação.

3.ª — Os passageiros da navegação insulana, feita igualmente por duas companhias nacionais, a Emprêsa Insulana de Navegação e os Carregadores Açoreanos.

4.ª — Os passageiros da navegação fluvial, feita pela Parceria dos Vapores Lisbonenses e por várias outras pequenas emprêsas.

Para os primeiros, cujo número ascende anualmente a cêrca de 200.000, (1) incluindo os passageiros embarcados, desembarcados e em trânsito — compreendendo nestes últimos os excursionistas, cujo número foi no ano findo de 57.771 — propõe o Engenheiro Administrador Geral do Pôrto de Lisboa, nas considerações que precedem o relatório anual ùltimamente publicado (2), a construção de três *gares* marítimas, uma em Alcântara, outra na Rocha de Conde de Óbidos e a terceira no Cais do Sodré, «se não se achar melhor instalá-la no lado oriental do Terreiro do Paço, deslocando-se dali para local mais próprio os serviços do Sul e Sueste».

Pela nossa parte, julgamos que apenas seria necessária a construção duma única instalação destinada a *gare* marítima, moderna, com todos os requisitos indispensáveis para o fim a que se destina, profundidade de água, extensão de cais, facilidade de acesso, ligações com o caminho de ferro, comodidades para os viajantes, instalações condignas para os serviços aduaneiros e outros directamente ligados ao tráfego de passageiros, e, possìvelmente, a adaptação em outro local, das instalações existentes, a uma pequena estação marítima, subsidiária da primeira.

Os desembarcadouros flutuantes de Liverpool. Os célebres Princes & Georges Landing Stages, *onde atracam os grandes paquetes das carreiras da América do Norte.*

Para a construção dessa grande estação marítima nenhum local pode haver mais apropriado do que o Cais do Sodré, como indicou a comissão de classificação de portos, no seu relatório datado de dezembro de 1928 (1), e como em 1931 foi votado nas conclusões do 1.º Congresso Nacional de Engenharia, onde tivemos ocasião de discutir o assunto. (2)

De facto nenhum outro local do pôrto de Lisboa apresenta melhores condições para êsse efeito. A regularização da margem, que importa fazer entre o Terreiro do Paço e a futura

(1) Segundo as estatísticas publicadas anualmente pela Administração Geral do Pôrto de Lisboa, o número de passageiros embarcados, desembarcados e em trânsito nos últimos cinco anos, foi o seguinte:

Anos	*Embarcados*	*Desembarcados*	*Em trânsito*	*Total*
1930	35.501	37.247	188.222	260.970
1931	21.962	30.551	125 549	177.062
1932	20 348	26 255	142 004	188 607
1933	22 957	23.819	144 868	191 644
1934	25 844	24 209	153.975	206.028

(2) Lisboa, Imprensa Nacional, 1935.

(1) Lisboa, Imprensa Nacional, 1929.

(2) A *Gare* marítima e as *Gares* fluviais do pôrto de Lisboa.

doca de Santos, dá a possibilidade de se construir nesse local cais fundados a profundidades de pelo menos 12,00 metros, que são indispensáveis para os grandes paquetes modernos. (1) A vasta praça do Cais do Sodré, ligada de futuro, por um lado, pela Avenida Marginal e pelos novos arruamentos a construir nos terrenos actualmente ocupados pelo Arsenal de Marinha, ao Terreiro do Paço, e por outro, pela Avenida 24 de Julho, à parte ocidental da cidade e à nossa melhor zona de turismo que são os Estoris, representa o excelente acesso de que necessita uma *gare* marítima. A estação dos caminhos de ferro já construída neste local completa êste conjunto, facilitando a ligação da *gare* marítima com as vias férreas, às quais poderá dar acesso uma *passerelle* construída por cima da rua, que partindo da praça do Cais do Sodré, paralelamente à Avenida 24 de Julho e ao cais marginal, dê serviço à *gare* marítima pela sua face norte.

A estação marítima poderá ter, como a parte central da de Cherburgo, 280 metros de comprimento e uma ou duas galerias a prolongá-la, se isso fôr julgado necessário, e ser, como a de Génova, servida por dois cais, um exterior e outro interior, cais que poderão ser construídos desde já, a partir do extremo nascente do Cais do Sodré. com uma extensão total de 800 metros (2), e que de futuro, logo que o Arsenal de Marinha ocupe as novas instalações construídas no Alfeite, se poderão estender até ao Terreiro do Paço, ficando com uma extensão total de 1.200 metros, que permitirá a acostagem simultânea de cinco ou seis grandes navios. (1)

Como subsidiário desta estação marítima podemos considerar o actual Pôsto Marítimo de Desinfecção, com o cais anexo até à extremidade do molhe oeste da doca de Santos, que mede cêrca de 500 metros, e que fácil e ràpidamente se poderia adaptar a uma *gare* marítima auxiliar, e que serve já, como vimos, juntamente com o extremo oeste do Cais de Alcântara para a atracação dos grandes paquetes de passageiros e de turistas cujo número atingiu no ano de 1934 a elevada cifra de 928 (2), ou seja uma média de 2 a 3 por dia.

A *gare* marítima de Alcântara, além de inútil num futuro muito próximo, quando a do Cais do Sodré estiver construída, não tem quaisquer condições para o serviço de passageiros, encravada na parte comercial do pôrto, sem fácil acesso do lado de terra, e encostada ao caneiro de Alcântara, por onde é lançada ao Tejo uma parte importante dos dejectos da cidade.

Com uma grande *gare* de passageiros como

(1) O calado dos maiores paquetes actualmente existentes não excede 12,19 metros (Queen Mary e Olympic). A profundidade exigida para um pôrto transatlântico de 1.ª ordem, é porém, segundo os Engenheiros Laroche e Rouville (Relatório n.º 89 do XVI.º Congresso Internacional de Navegação) de 12,50 metros.

(2) Sendo 600 metros correspondentes ao cais exterior e 200 metros ao cais interior do molhe leste da doca de Santos, a construir.

(1) Segundo uma estatística publicada no Relatório n.º 90 do XVI.º Congresso Internacional de Navegação, dos quinze maiores navios de passageiros actualmente existentes, treze têm comprimentos compreendidos entre 234,12 metros (Paris) e 291,39 metros (Majestic), havendo sòmente dois com comprimentos superiores a 300 metros, o «Queen Mary» com 310,29 m. e o «Normandie» com 313,75 metros. Os maiores navios de guerra medem, o «Hood» 262,13 metros e o «Saratoga» 265,18 metros. Os maiores paquetes que vêm habitualmente ao pôrto de Lisboa, não chegam a ter 200 metros.

(2) Sendo 811 escalas e 117 cruzeiros de turismo, feitos principalmente por navios inglêses (80), alemãis (24) e franceses (5).

Pôrto de Londres. O novo cais de passageiros de Tilbury Docks, inaugurado em 1930.

Gare *marítima de Génova. Inaugurada em 1930, as suas instalações interiores são das mais luxuosas que existem.*

a que preconizamos, no Cais do Sodré e com um aero-pôrto (1), cuja construção igualmente se impõe no nosso primeiro pôrto, teremos valorizado extraordinàriamente uma das nossas maiores riquezas, o pôrto de Lisboa, que servido pelas grandes linhas de navegação transatlântica e ligado por carreiras regulares de aviões e por combóios rápidos com os principais centros, poderá ser o ponto de passagem de inúmeros viajantes, ao mesmo tempo que as excepcionais condições naturais do nosso solo, do nosso clima, da nossa paisagem tornam o país eminentemente apto para a paragem forçada dos cruzeiros — cujo número e freqüência aumentam de ano para ano — e até para as estadias demoradas dos turistas, que aqui encontram além da vida barata e fácil, restos de pitoresco, que não são para desprezar, o que uma política bem orientada de turismo, como a tiveram a Espanha, a Itália, o Egipto e tantos outros países, poderá conseguir, agora principalmente que os países mediterrâneos vêem fugir-lhes uma parte da clientela, sobretudo inglêsa, por motivo da guerra italo-etíope.

Para bem servir o pôrto nas suas relações com o *hinterland* e para levar os estranjeiros que nos visitam através do país e mais longe, através da vizinha Espanha — que pode e deve ser um dos grandes animadores do nosso turismo — e até para além Pirinéus, são precisas ainda estradas largas, como as que servem actualmente os grandes portos que liguem, por exemplo, Lisboa ao Pôrto e a Madrid, e cuja construção igualmente se impõe.

Uma outra grande vantagem tem ainda a construção da *gare* marítima no Cais do Sodré, e o prolongamento do cais marginal até ao Terreiro do Paço, a da resolução de alguns dos mais importantes problemas citadinos que igualmente urge solucionar; como o descongestionamento da Rua do Arsenal e o embelezamento e valorização da parte mais central do pôrto, e onde se poderão construir além de uma alameda marginal as instalações de que carece a Administração do pôrto, ainda um grande Hotel, o edifício dos Correios e Telégrafos e tantos outros que farão dessa nova entrada de Lisboa um dos melhores logradouros.

Para os serviços de passageiros da navegação colonial e insular, assegurados por navios nacionais e que fazem conjuntamente o serviço

(1) Londres, Liverpool, Hamburgo, Bremen, Anvers, Cherburgo, Marselha, Génova, Sevilha, Amsterdam, Rotterdam, Copenhague, Stockolmo, etc., têm já o seu aero-pôrto, com serviços regulares para os principais centros da Europa.

de passageiros e o de mercadorias, são indispensáveis instalações privativas, como as que já têm, mas ampliadas, modernizadas e em harmonia com a importância que êsses serviços devem ter para nós.

Aos navios dessas emprêsas interessa naturalmente a proximidade do Entreposto Colonial, que importa aumentar, aproveitando para isso a doca do Terreiro do Trigo, e melhorar, construindo armazéns de vários pavimentos e fazendo novas instalações para o serviço de passageiros. Para os navios das emprêsas insulanas, que estão nas mesmas condições, e que é igualmente necessário dotar com mais espaçosas e mais modernas instalações, poderá convir ou um dos novos travessões que é possível construir na futura doca de Santos ou um dos cais interiores da doca de Alcântara.

Resolvido assim o problema dos passageiros da grande navegação, interessa igualmente resolver o da navegação fluvial, que serve por ano alguns milhões de passageiros. (1)

Para êsse serviço está naturalmente indicado o Terreiro do Paço, com as suas duas alas, formadas pelo actual terrapleno da Alfândega e onde está já a estação do Sul e Sueste e pelo novo terrapleno a construir para poente, simètricamente, até à linha de regularização da margem projectada em frente do Arsenal e deixando em frente a nossa mais bela Praça uma espécie de doca, como igualmente está projectado. O conveniente aproveitamento dêstes terraplenos e dos seus cais — onde é também indispensável prever instalações para o embarque e desembarque das guarnições dos navios de guerra — e ainda a construção de desembarcadouros, no Cais das Colunas e nas duas faces da pequena doca que ficará em frente do Terreiro do Paço, permitirá dotar o pôrto com as *gares* fluviais necessárias para o seu tráfego.

E assim como pode, desde já, iniciar-se a construção da *gare* marítima a partir do Cais do Sodré para oeste, também é possível fazer imediatamente a maior parte destas instalações na parte leste do Terreiro do Paço e no local ocupado pela antiga estação do Sul e Sueste (e que a possibilidade da vinda dos quatro milhões de americanos para a Exposição de Sevilha fez felizmente deitar abaixo) completando-se as obras logo que o Arsenal seja transferido, em obediência a um plano de aproveitamento prèviamente traçado.

Gare *marítima de Gdynia. Recentemente construída no novo pôrto da Polónia, e inaugurada com a atracação do paquete polaco «Marechal Pilsudski's», que se vê à esquerda.*

Dos outros portos do Continente, só Leixões tem um movimento de passageiros de navegação marítima que importa considerar. Êsse movimento regula anualmente por 20.000 passageiros embarcados e desembarcados, segundo as últimas estatísticas que pudemos obter. (2)

O serviço é feito com os navios fundeados ao largo, por pequenos rebocadores e lanchas que trazem os passageiros ao cais junto ao Pôsto Marítimo da Alfândega. De futuro, quando estiver concluída a doca n.º 1, actualmente em construção no antigo leito do rio Leça, poderão os navios que fazem o tráfego mixto de

(1) Faltam elementos estatísticos que permitam fazer uma idéia exacta do movimento anual de passageiros entre as duas margens do Tejo. Segundo cálculos aproximados que podemos fazer, êsse movimento pode computar-se em:

	Passageiros por ano
Carreiras entre o Terreiro do Paço (Estação do Sul e Sueste) e o Barreiro	700.000
Idem entre o Terreiro do Paço (Cais das Colunas) e Cacilhas	1 600 000
Idem entre o Cais do Sodré (Parceria) e Cacilhas	800 000
Outras carreiras	400 000
	3 500 000

(2) Estatísticas referentes a 1923 a 1927.

mercadorias e passageiros acostar e fazer em melhores condições o embarque e desembarque dos passageiros o qual continuará porém naturalmente a ser feito, para os navios de escala, ao largo e nas condições actuais.

Nos portos secundários só existe a navegação fluvial para a qual convém dispor de escadas e de pequenos desembarcadouros fixos ou flutuantes, destinados a facilitarem o movimento dos passageiros, que convém acarinhar, sabido como é o interêsse que tem para o turismo, tanto o desenvolvimento das comunicações entre os diversos pontos do país, como o aproveitamento para êsse fim das vias navegáveis, que constituem na maior parte dos países um dos seus grandes atractivos.

por uns 100.000 a 150.000, (1) foi ùltimamente prolongado o cais onde se faz o desembarque dos passageiros e está em construção o prolongamento do molhe de abrigo, que ficará acostável para os barcos das carreiras regulares das empresas de navegação. Em Ponta Delgada está projectada a conclusão do molhe de abrigo e a construção de um cais para atracação de grandes navios, e na Horta, que durante a grande guerra foi uma importante base naval, pensa-se na construção de um aero-pôrto, que será para a navegação transatlântica um magnífico auxiliar.

Dos portos coloniais, temos primeiro, no caminho para a África e para a América do Sul, o pôrto grande de S. Vicente, numa das

Cais para serviço de passageiros no pôrto do Rio de Janeiro. Vista da estação marítima do grande pôrto do Brasil, que dispõe junto à Avenida Marginal, de excelentes cais para o serviço de passageiros.

Passando depois aos portos insulares, vemos que alguns dêles são de grande importância sob o ponto de vista dos cruzeiros de turismo e das escalas que ali fazem os paquetes das carreiras entre a Europa e a África e as Américas do Norte e do Sul, como o Funchal e Ponta Delgada. Estes portos, como os de Angra do Heroísmo e da Horta, igualmente freqüentados pela grande navegação, possuindo molhes de abrigo para os seus ancoradouros e pequenos cais onde atracam as lanchas que fazem o serviço dos passageiros, não tem nenhum deles uma, ainda que pequena, *gare* marítima onde os passageiros desembarquem e encontrem ao lado das instalações da Alfândega, casas de venda de artigos regionais, de informações, etc., como sucede na maior parte dos portos estranjeiros.

No mais freqüentado daqueles portos, o Funchal, cujo movimento regula anualmente

ilhas do arquipélago de Cabo Verde, com uma situação privilegiada para pôrto de abastecimento; a seguir, os portos de Bolama e de Bissau, na província da Guiné e as baías de Ana Chaves e de Santo António, nas ilhas de S. Tomé e Príncipe; depois, na província de Angola, os portos de Luanda, Amboim, Lobito e Mossâmedes, para não citar senão os que são testas de caminho de ferro; todos na África ocidental. Passando depois à África oriental, temos, além dos grandes portos de Lourenço Marques — que serve as colónias da Swazilândia e do Transvaal e cujo movimento de passageiros, embarcados, desembarcados e em trânsito regula anualmente por 70.000 a

(1) Êsse movimento chegou a atingir em 1912 o elevado número de 244.782, embarcados, desembarcados e em trânsito (Relatório da Missão de Estudo à Madeira, 1929).

80.000 — e da Beira — que serve a Rodésia e a África Central — os portos secundários de Inhambane, de Quelimane, de Moçambique, do Ibo, etc., cujo movimento anual de passageiros é representado por algumas dezenas de milhar.

Na Índia temos, além de outros pequenos portos, o importante pôrto de Mormugão, que, com o pôrto inglês de Bombaim, constituem os únicos portos da costa ocidental do Industão, e que, ligado por um caminho de ferro aos grandes centros populacionais do interior, é a sede de um importante tráfego.

Finalmente, no Oriente, temos os portos de Macau e de Dili, o primeiro, centro de turismo de primeira ordem, muito freqüentado pela pequena navegação [1] e de que se pensou fazer um pôrto para grandes navios, em concorrência com o pôrto inglês de Hong-Kong — cujas condições naturais são das melhores que é possível encontrar e cujo tráfego o coloca a par dos grandes portos do Mundo, e o segundo, na ilha de Timor, no fundo de uma baía bem abrigada, mas fora das grandes linhas de navegação e servindo apenas o tráfego local.

De todos êsses portos, apenas os de Bissau, do Lobito, de Lourenço Marques, da Beira e de Mormugão têm instalações para a atracação dos navios de passageiros, sendo nos restantes êsse serviço feito com os barcos fundeados ao largo. Essas instalações compõem-se, em Bissau, de uma ponte-cais em betão armado, acostável para navios até 8.000 toneladas; no Lobito, de um cais, recentemente construído, com cêrca de 850 metros de comprimento; em Lourenço Marques de um cais com cêrca de 2 quilómetros de extensão; na Beira, de uma ponte-cais também recentemente construída e, Mormugão, de um cais no pôrto de abrigo, onde podem acostar três ou quatro navios.

Em Macau existem obras destinadas aos pequenos vapores que fazem a navegação para Cantão e para Hong-Kong.

Todos estes portos, situados em regiões distantes que os viajantes e até muitos turistas começam a procurar, podem ser igualmente elementos valiosos para o turismo nacional, constituindo já alguns, como Macau, um importantíssimo centro de atracção para os viajantes do Extremo Oriente.

Com o desenvolvimento da aviação comercial também alguns dos nossos portos insulares e coloniais podem aspirar a ser bases aéreas importantes, devendo começar em breve a tocar em Lourenço Marques as carreiras aéreas da África do Sul.

Não sendo possível, pelo menos por agora, dotar os portos insulares e coloniais com obras destinadas a atracação de navios, além das já existentes ou em construção, convém contudo procurar, tanto quanto possível, melhorar as condições em que se faz o serviço dos passageiros na maior parte dêsses portos e dotar os principais portos com pequenas estações marítimas, onde os passageiros encontrem, ao desembarcar, instalações que pelo seu aspecto lhes dêem uma boa impressão do País a que pertencem e que servirão de reclame.

Em quási todos os portos estranjeiros — e notàvelmente nos espanhóis e nos italianos — há, mesmo nos cais, pavilhões de turismo onde o viajante encontra a par de tôdas as informações necessárias, cartazes e brochuras de propaganda, que lhes despertam a curiosidade pela terra que vão pisar.

O mesmo conviria fazer nos nossos principais portos.

* * *

Para terminar resta falar das *gares* aéreas, que representam elementos valiosíssimos para o desenvolvimento do turismo e que muito importa considerar entre nós.

Os principais portos do Mundo estão hoje servidos por carreiras aéreas. Lisboa tem já uma ligação, por Tanger, com a América do Sul e em breve estará ligada, por Londres, com o resto da Europa. Importa, por isso, construir-lhe um aero-pôrto. Está projectada a sua construção na Portela de Sacavém e a sua ligação com o centro da cidade, por meio de uma grande avenida a construir no prolongamento da Avenida Almirante Reis, prolongada por seu turno até à actual Praça da Figueira. Mas êsse aero-pôrto não basta para uma cidade marítima como é Lisboa. É indispensável construir um outro, destinado exclusivamente aos hidro-aviões, como têm hoje os principais portos e como já o sonhava, para Lisboa, ha mais duma dúzia de anos, o falecido comandante Sacadura Cabral.

Para êsse aero-pôrto marítimo — como o que os italianos construiram em Génova, na extremidade poente da nova rada, junto a Sampierdarena, ou os holandeses, na parte nascente do pôrto de Amsterdam, em *Schellingwoud* [1], — não vemos outro local senão o Mar da Palha, já que as defeituosas disposições do pôrto de Lisboa, construído mais em extensão do que em superfície, não permitem fazê-lo na margem direita, como convinha. A sua ligação com a cidade far-se-á de resto fá-

[1] O pôrto de Macau foi, em 1928, visitado por 13.687 embarcações, das quais 2.697 a vapor, sendo o número de passageiros embarcados e desembarcados de 672.200 (Macau—1931—Exposição Colonial de Paris).

[1] Amsterdam, port maritime et aérien.

BIBLIOTECA I.S.T.

cilmente por *vedetas* rápidas, que transportem os passageiros aos cais do Terreiro do Paço, destinados à navegação fluvial e cuja construção atrás preconizamos.

Outros dos nossos portos insulares e coloniais podem ser, de futuro, grandes bases aéreas, como já dissemos.

O Funchal, a Horta (ou qualquer outro pôrto dos Açores), Cabo Verde, Lourenço Marques, Macau, estão naturalmente indicados para isso.

Mas é natural que tratemos primeiro de Lisboa, se não se puder fazer tudo ao mesmo tempo. Construamos sem demora a sua grande *gare* marítima. Melhoremos as condições do Pôsto Marítimo de Desinfecção e adaptemo-lo a uma *gare* marítima subsidiária. Tratemos do aproveitamento do Terreiro do Paço para o serviço fluvial. Façamos os dois aero-portos indispensáveis a Lisboa, para o serviço dos aviões terrestres e marítimos. E Lisboa e com ela o País progredirá no sentido do seu maior desenvolvimento e da valorização das suas riquezas naturais — em que o turismo entra como um factor dos mais importantes.

AEROFOTOGRAMETRIA

Exposição resumida da evolução dos levantamentos topográficos aéreos

Pelo Prof. General NORTON DE MATOS, Director Técnico da S. P. L. A. L.

Ao inserirmos nestas colunas esta conferência onde o Autor se propõe, com a sua vasta experiência e saber, expor algumas noções sôbre a estereofotogrametria, é nosso dever salientarmos o grande interêsse que tem, para todos nós, o conhecimento destas noções. A estereofotogrametria, baseada em princípios científicos, atingiu no campo das realizações práticas uma tal importância que ela é imprescindível, quando quisermos obter cartas topográficas de grande rigor, tanto pelo que respeita à planimetria como à **altimetria.**

6.ª CONFERÊNCIA

1. Razão de ordem. — Dissemos na 1.ª Conferência que a aerofotogrametria no seu desenvolvimento actual se pode considerar dividida em dois grandes ramos: — a *fotogrametria não estereoscópica* e a *estereofotogrametria.*

Vimos nas conferências precedentes o partido que podíamos tirar de uma fotografia isolada ou de fiadas de fotografias consideradas em ligação umas com as outras, mas sem perderem nunca a sua individualidade. — Cada fotografia constituía o *fotograma,* que nos fornecia, por si só, elementos numerosos e rigorosos para a construção da planta topográfica do terreno fotografado, desde que nesse fotograma se pudessem identificar pontos do terreno, cujas coordenadas conhecessemos.

No decurso da nossa exposição assinalámos os magníficos resultados que podíamos obter com os fotogramas, mas apresentámos também as dificuldades que nos surgiam ao querermos aplicar a tôda a espécie de terrenos os processos baseados no emprêgo das fotografias isoladas. Se se tratava de terrenos com grandes diferenças de nível, ravinosos, com abruptas mudanças de inclinação, as dificuldades de representação topográfica aumentavam consideràvelmente e, por vezes, era impossível superá-las, em conseqüência das distorções, desvios e erros que as diferenças de nível dos diversos pontos originavam. Se o terreno era ondulado e uniforme, estendendo-se em grandes extensões que se nos apresentavam com o aspecto de superfícies planas, que estavam longe de ser em realidade, ainda nos

arriscávamos a erros em escala, e muito difícil se tornava a identificação dos pares dos pontos homólogos de apoio, a não ser que os tivéssemos assinalado no terreno antes de o fotografar, por forma a aparecerem nítidos na fotografia, o que muito concorreria para demorar e encarecer o trabalho fotogramétrico.

Mas as dificuldades principais surgiam quando desejávamos representar o relêvo do terreno. Podíamos obviar, em grande parte, a estes inconvenientes desde que dispusêssemos de duas fotografias tiradas de duas estações diversas e em que as imagens dos pontos a determinar se encontrassem nos dois fotogramas, isto é, sempre que as duas fotografias se sobrepusessem em parte considerável. Mas ao fazermos o estudo dêste processo verificámos quanto êle era moroso e quão pouco rigorosa era a determinação das coordenadas dos diversos pontos, principalmente, no que dizia respeito às suas cotas. Esta morosidade aumentava com a necessidade de uma terceira fotografia do mesmo terreno, para se dispor de meios de verificação.

Tôdas estas dificuldades foram sucessivamente vencidas a contar do momento em que se pensou em utilizar, em lugar de uma fotografia isolada, ou de duas ou mais fotografias isoladamente examinadas, um par de chapas fotográficas, sobrepostas de maneira que fôsse possível realizar a visão *estereoscópica,* isto é, *ver em relêvo* a parte da imagem do terreno comum às duas chapas. Em vez do fotograma passou então a ser utilizado nos novos processos fotogramétricos o *estereograma,* formado pelo conjunto de duas chapas em condições de se poderem examinar, no todo ou em parte, estereoscòpicamente. Do exame estereoscópico do estereograma puderam tirar-se elementos cartográficos, que abrangiam não sòmente os que nos fornecem as fotografias isoladas, mas também muitos outros que essas fotografias nos não davam. Alargou-se, desta forma, consideràvelmente, o campo fotogramétrico; a estereofotogrametria tornou possível a completa substituïção dos processos clássicos de topografia pelos processos fotogramétricos, ganhando-se em rigor e em rapidez de execução.

É da estereofotogrametria que vamos tratar nesta e nas seguintes conferências.

2. Resumo da evolução da estereofotogrametria.—A aplicação de medições estereoscópicas de fotografias, com fins topográficos, iniciou-se ao terminar o século dezanove. Podem considerar-se como precursores «Deville» no Canadá, «Fourcade» na África do Sul e «Pulfrich» na Alemanha, que quási simultâneamente chegam a conclusões e processos idênticos. (Estudos de 1896 a 1900; realizações práticas em 1901 e 1902).

As posições e as alturas dos diversos pontos do terreno eram determinadas ponto por ponto, por meio de cálculos que incidiam sôbre medições estereoscópicas feitas sôbre o estereograma. Para evitar as demoras provenientes dêstes cálculos, para tornar prático o processo estereoscópico, pensou-se em automatizar aquelas determinações e principiaram a aparecer instrumentos a êsse fim destinados, que constituem uma das mais brilhantes manifestações do engenho humano.

Para substituir as medições estereoscópicas por meio de réguas graduadas, surgiu a idéia de apensar nos instrumentos que efectuavam estas medições, (estereomicrómetros e estereocomparadores) hastes destinadas a transmitir a um lápis os movimentos dos cursores que indicavam naquelas réguas graduadas as diversas grandezas lineares, donde se deduziram as três coordenadas de cada ponto. Êste lápis ia marcar numa mesa de desenho a posição de cada ponto. Dispensava-se o cálculo das coordenadas e a subseqüente construção da planta, substituindo estas operações pela projecção automática de pontos ou linhas. A realização prática desta idéia teve lugar em 1907 com o «STEREOPLOTTER» do inglês Thompson e em 1908 com o «ESTEREOAUTÓGRAFO» do austríaco von Orel. Estava criada a estereogrametria automática. Seguiram-se numerosos inventos e aperfeiçoamentos até se chegar aos admiráveis instrumentos actuais.

3. Definições e noções elementares.—Os dois olhos de um homem podem ver simultâneamente o mesmo objecto, isto é, exercer visão binocular ou estereoscópica à vista desarmada, dentro de um cone de aproximadamente 90° de abertura, cujo eixo está inclinado para baixo de pouco mais de 15°, quando a cabeça está a prumo. Fora dêste campo de visão os nossos olhos não podem ver simultâneamente o mesmo objecto, sendo portanto impossível a visão estereoscópica. É no interior dêste *cone visual* que se revela nitidamente a sensação de relêvo; mas a distância a que se encontra o objecto observado, as suas dimensões e também a sua forma influem consideràvelmente nesta sensação. Além destas influências outras existem, naturalmente de ordem subjectiva, que produzem a sensação de relêvo: — um indivíduo cego de um ôlho e que, portanto, não pode ter visão estereoscópica, não deixa de apreciar o relêvo dos objectos. Deve isto conseguir-se por um processo fisiológico, pouco estudado ainda, a-pesar-de ter dado lugar a longas controvérsias.

ASEA

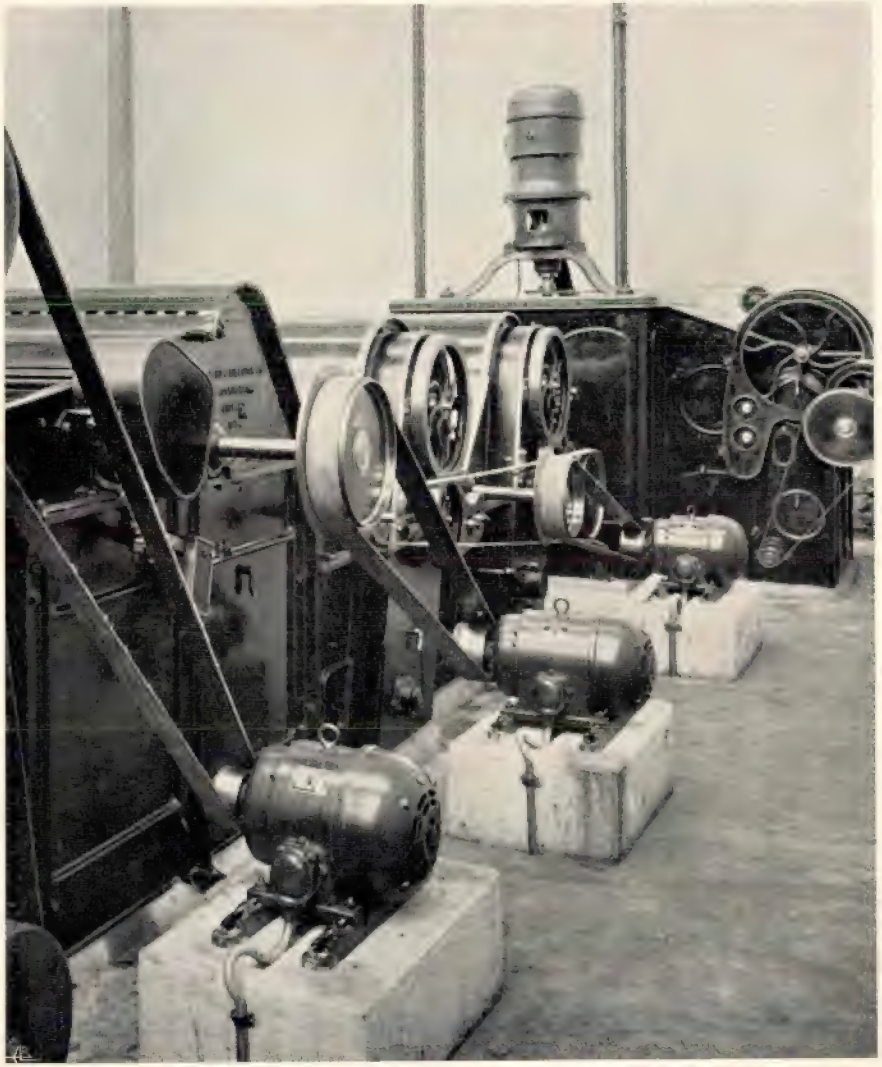
VÉSTERAS—SUÉCIA

REPRESENTANTES:

JAYME DA COSTA, L.DA

ENGENHEIROS

LISBOA PORTO



FÁBRICA DE FIAÇÃO E TECIDOS DE SANTO TIRSO, L.DA — SANTO TIRSO

Accionamento das máquinas da secção de batedores

Quando olhamos para um objecto, os nossos olhos experimentam automàticamente um duplo movimento de adaptação à observação visual. Em primeiro lugar os olhos focam-se a si mesmos, de modo que nas retinas de cada um deles se forme uma imagem nítida do objecto. Sabemos que para focar um teodolito temos de variar a distância entre a objectiva e o plano do retículo, onde desejamos que se forme a imagem. No ôlho humano a operação de focar realiza-se com a alteração da curvatura do cristalino. Olhando para objectos que estão perto de nós, aumentamos a curvatura daquelas nossas objectivas. Êste processo fisiológico de *focagem automática* dos nossos olhos chama-se *acomodação*. Por outro lado os eixos dos olhos convergem para o objecto observado. Quanto mais perto está o objecto maior serão os ângulos que êsses eixos terão de descrever. A êste segundo movimento automático dos olhos dá-se o nome de *convergência*. Os indivíduos que não podem realizar estes dois movimentos com o rigor necessário e sem fadiga, não têm *vista normal*, não são *emétropes* e carecem de usar óculos.

Com cada um dos nossos olhos, situados um ao lado do outro a uma distância, a que se dá o nome de *base ocular*, nós vemos o mesmo objecto sob uma forma sensìvelmente diferente: — em cada uma das retinas forma-se uma imagem, mas não são elas inteiramente iguais entre si. Estas duas imagens diferentes produzem, por associação, excitações cerebrais que nos dão a sensação das três dimensões do objecto, isto é, da sua forma e do seu relêvo.

Imagine-se que as nossas retinas se cobriam, no momento de olharmos para um objecto, com uma emulsão fotográfica: — produzir-se-iam nelas imagens fotográficas do objecto observado, diferindo sensìvelmente entre si, e se fôsse possível tirar dos olhos essas emulsões impressionadas e revelá-las pelos processos usuais da fotografia, teríamos, quando as observássemos em posições correspondentes àquelas em que foram impressionadas, a sensação do objecto observado. Na prática procedemos de outra maneira. Para a descrever, suponhamos que do ponto O_1, Fig. 1, extremidade da base ocular O_1 O_2, tirámos uma fotografia N_1 de um objecto e que, seguidamente, tiramos do ponto O_2 outra fotografia N_2 do mesmo objecto. Os negativos N_1 e N_2 e, portanto, os positivos P_1 e P_2, que desta forma se obtiveram, têm, em relação à base O_1 O_2, determinadas posições que dependem da orientação que tinha a câmara fotográfica quando se tiraram as fotografias. Partamos da hipótese que conhecemos essas posições e coloquemos nelas os dois positivos. Feito isto levemos as nossas pupilas a coincidir com os pontos O_1 e O_2 do modo que o ôlho em O_1 veja sòmente a fotografia P_1 e o ôlho em O_2 sòmente a fotografia P_2: — experimentaremos então uma sensação do relêvo do objecto observado muito semelhante à que teríamos se o olhássemos directamente. Não há, de facto, diferença aparente entre as duas observações; o nosso cérebro aprecia da mesma forma a imagem de três dimensões, resultante do mesmo processo sensorial, isto, a-pesar-de, no caso da observação directa, se olhar para um corpo D de três dimensões, e no caso da observação fotográfica, se olhar para duas figuras planas, imagens fotográficas dêsse objecto. Ao processo sensorial, que consiste em obter com duas fotografias do mesmo objecto a sensação do relêvo dêsse objecto, dá-se o nome de *fusão estereoscópica* (1). A Fig. 1 mostra que a *convergência* dos olhos, quando cada um deles observa a fotografia correspondente, se mantém a mesma do que na observação directa; mas que os olhos se têm de *acomodar* à distância focal da objectiva. Dá-se, pois, uma dissociação entre as duas adaptações fundamentais dos olhos, a *acomodação* e a *convergência*.

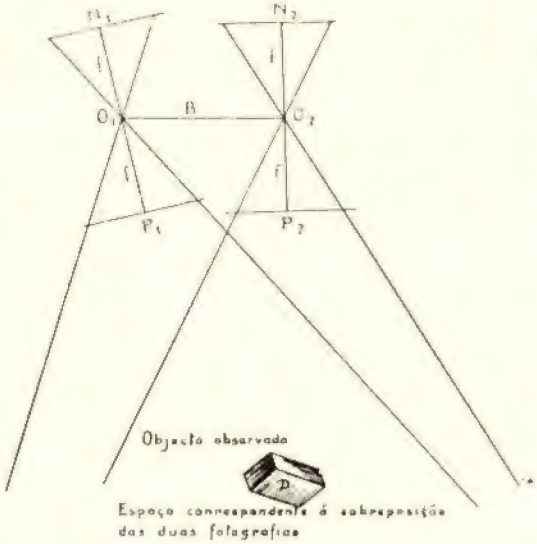


Fig. 1

Podemos apresentar esta mesma noção pela seguinte forma: — Na visão binocular (que tão freqüentemente exercemos) a uma determinada distância entre o ponto olhado e os nossos olhos, corresponde um ângulo de convergência dos eixos dêsses olhos (eixos visuais) e como o ponto se vê nìtidamente, segue-se que o sistema óptico dos olhos se encontra focado. Temos, pois, que a uma determinada distância do ponto visado corresponde, não sòmente determinado ângulo de convergência dos eixos visuais, mas também a perfeita focagem dos

(1) Professional Papers of the Air Survey Commitee. N.º 8. London 1933.

olhos da pessoa que está observando um ponto à vista desarmada. As acções musculares de *acomodação* e *convergência* ligam-se fisiològicamente, de modo tal que os seus resultados são sempre concordantes: — não fixamos primeiro o objecto ou o ponto observado para depois o focar; os dois actos são interdependentes e simultâneos.

Ora na Fig. 1 (e mais claramente se vê isto na Fig. 3) a acomodação e a convergência não são concordantes, pois que os olhos tiveram de se acomodar à distância *d* a que se encontram dêsses olhos os dois círculos *c* e *c'*, estereoscòpicamente fundidos, ao passo que a convergência se dá para a distância D.

Disto resulta sentir o observador os olhos fatigados. Com a prática êste cansaço da vista desaparece gradualmente, e existe sempre uma certa tolerância que varia de observador para observador e que se pode definir pela seguinte forma: — a convergência não concordante ($D > d$) pode diferir da convergência concordante (D = d) de um ângulo de 1° 10', sem que os olhos experimentem qualquer fadiga.

4. Fusão estereoscópica.—Sabemos que dois pequenos círculos desenhados num papel, como mostra a Fig. 2, e separados por uma fôlha de cartão, colocada verticalmente a meio da sua distância, se fundem num só, se olharmos para êles de modo que o nosso ôlho esquerdo veja sòmente o ponto da esquerda e o nosso ôlho direito o ponto da direita.

Fig. 2

Se em lugar dêstes pontos considerarmos duas imagens bem nítidas do mesmo objecto do terreno, existentes em cada uma das duas fotografias de um estereograma, o mesmo se dará. À distância entre estas duas imagens, quando as fotografias estão colocadas em posição correspondentes àquelas em que foram tiradas, dá-se o nome de *separação das imagens correspondentes*.

Quando a fusão se realiza, o eixo do ôlho esquerdo está dirigido para o ponto à esquerda, e o eixo do ôlho direito para o ponto à direita.

A Fig. 3 mostra-nos como as cousas se passam. O processo de *convergência* dos olhos deve corresponder à distância *D*, ao passo que o processo de *acomodação* corresponderá à distância *d*, como já dissemos. À medida que os dois círculos da Fig. 2 se afastam um do outro, a distância *D* vai aumentando e a fadiga sentida para manter a fusão vai sendo maior; quando a distância entre os dois círculos fôr igual à distância entre os dois olhos, que é normalmente, de 62 a 66 centímetros, o

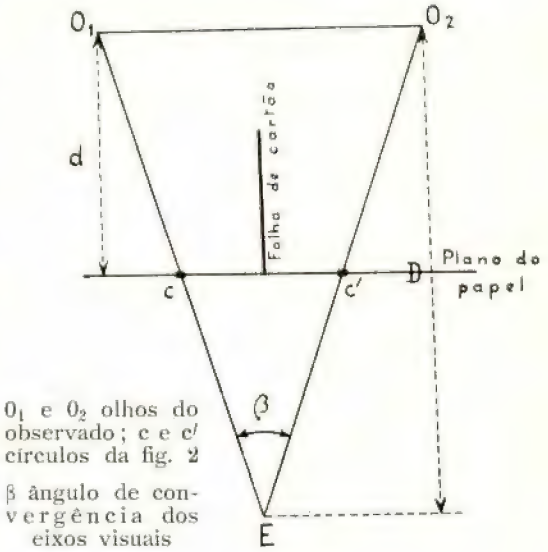


Fig. 3

ponto *E* passa para o infinito. Um observador com prática desta visão estereoscópica pode conseguir a fusão dos dois pontos com raios divergentes, isto é, com os dois círculos *c* e *c'* distando entre si de uma grandeza superior à distância inter-ocular. O ponto *E* estará então situado atrás da nossa cabeça.

Devemos, porém, notar, com Hotine [1], que o ponto *E* de fusão não existe realmente; mas as coisas passam-se geomètricamente como se um círculo igual aos dois círculos reais, passasse a ser visto por nós na posição que indicâmos.

A fusão é mais fácil quando a recta que une os dois pontos é rigorosamente paralela aos dois olhos. Isto verifica-se desmanchando o paralelismo por um lento movimento de rotação dado ao papel, sem mover a cabeça. No princípio do movimento de rotação a fusão mantém-se, depois a imagem do círculo único principia a tornar-se cada vez mais confusa e finalmente a fusão desmancha-se, passando a ver-se os dois círculos.

Consideremos os dois pares de círculos representados na Fig. 4. A fusão dar-se-á, como anteriormente, a_1 com a_2 e b_1 com b_2; mas

Fig. 4

o círculo dos *aa* aparece mais próximo de nós do que o círculo dos *bb*. O diagrama da Fig. 5

[1] «Surveing from air photographs», by Cap. M. Hotine, R. E. London, 1931.

mostra-nos que uma diferença nas separações dos dois pares de círculos, contada segundo a base inter-ocular, está associada com uma diferença em *profundidade* das duas fusões.

Mais alguma coisa convém acrescentar para se ficar fazendo completa idéia do fenómeno da fusão estereoscópica quando aplicado a pontos representados num estereograma. Seguiremos, na exposição que vamos fazer, a obra, já citada, do Cap. M. Hotine.

Como dissemos, o exame de uma única fotografia não nos dá uma completa idéia do terreno, e as indicações que nos fornecem as sombras dos diversos objectos, a direcção das

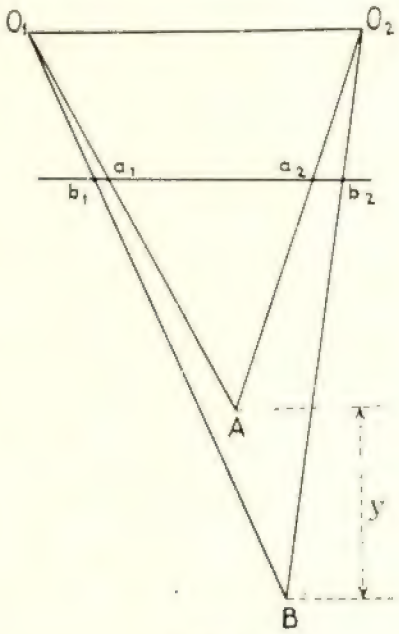


Fig. 5

águas e a vegetação, são muitas vezes erróneas. Para bem apreciar o terreno é necessário ver o seu relêvo e isto só se obtém, ou olhando-o directamente, ou por meio da visão estereoscópica aplicada a fotografias. Carecemos, pois, de fotografar o terreno duas vezes, de diferentes estações (aéreas eu terrestres) e examinar num estereoscópio um par de fotografias, em cada uma das quais a mesma zona de terreno esteja representada, seguidamente outro par e assim sucessivamente até ao fim das fotografias obtidas.

Êste facto, combinado com a necessidade de cobrir sistemàticamente uma larga área, leva-nos a tirar vários instantâneos a intervalos iguais de tempo, ao longo da linha de vôo.

As fotografias tiradas desta forma constituem *fiadas*. Estas *fiadas* podem ser *horizontais* ou *obliquas*, conforme a posição das chapas, no momento do instantâneo, fôr horizontal ou obliqua.

O avião move-se no ar com uma velocidade, que o piloto deve deligenciar tornar o mais constante possível. Por outro lado o avião é influenciado pela velocidade e direcção do vento. Desta forma o *eixo* de cada fiada será a resultante das duas direcções e a velocidade com a qual êste eixo é percorrido pelo avião é a resultante das duas velocidades mencionadas.

Tudo seria pois, muito simples se não houvesse necessidade, para cobrir um terreno com fotografias, de colocar os *eixos das fiadas* em direcções definidas e prèviamente determinadas. De facto para fotografar inteiramente um terreno teremos de satisfazer duas condições:

1.ª Voar em fiadas paralelas que se toquem lado a lado;

2.ª Em cada fiada as fotografias sucessivas devem tocar-se tôpo a tôpo.

Como seria impossível conseguir que tôdas as fiadas e fotografias se tocassem por forma a não deixar espaços não fotografados, teremos de calcular os intervalos das fiadas e os intervalos dos instantâneos de modo que as fiadas e, em cada fiada, as fotografias se sobreponham de maneira a obtermos uma grande probabilidade de que não fiquem *lacunas*, isto é, que não haja, depois do vôo, porções de terreno não fotografado.

Foi êste assunto tratado em conferências anteriores, e quanto à maneira de voar segundo as direcções exigidas para satisfazer a 1.ª das condições indicadas, é assunto que faz parte da ciência aeronáutica. Devemos, porém, dizer alguma coisa a êste respeito, tanto mais que a maneira de fotografar é que constitue assunto, e dos mais importantes, da aero-estereofotogrametria.

Se quiséssemos que um avião partisse do ponto *P*, Fig. 6, e atingisse o ponto *S*, isto é,

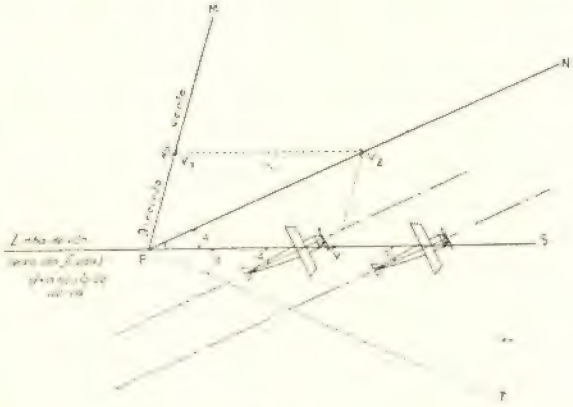


Fig. 6

que tornasse possível tirar uma fiada de fotografias ao longo do eixo *PS* dessa fiada, nada mais teríamos a fazer, se não houvesse *vento*

ou qualquer deslocamento do ar, do que seguir o rumo *PS* com uma velocidade prèviamente fixada e que representamos pelo vector PV. Mas havendo vento, o avião será desviado do rumo PS, em virtude da fôrça dêsse vento. Temos então de calcular a *deriva* e de fazer no rumo inicial a correcção correspondente. Suponhamos que o vento tinha a direcção PM e que a sua velocidade era representada, na mesma escala, pelo vector PV1: — o avião passará a percorrer a direcção *PN* com a velocidade V2; e como nós queremos que êle percorra *PS,* teremos de corrigir o seu rumo do ângulo *d* de deriva. Em virtude dessa correcção, o avião, *impelido* ou *puxado* pelo vento, virá percorrer a linha *PS,* mas com a sua linha de fé a fazer o ângulo *d* com a direcção *PS,* isto é, paralela a *PN.* O piloto deverá fixar o rumo *PT,* e as coisas passar-se-ão como indica a Fig. 6.

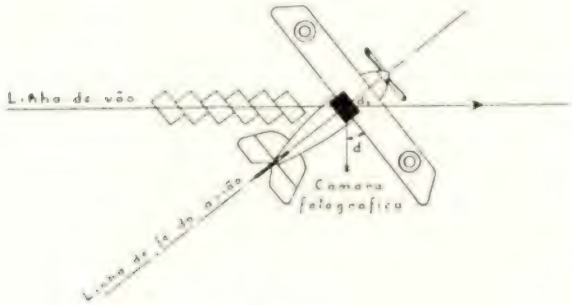


Fig. 7

Ora, quando colocamos a máquina fotográfica no avião, fazemo-lo de maneira que dois dos lados das chapas fiquem paralelos à linha de fé. Feita a compensação para a *deriva,* como ficou indicado, êsse paralelismo deixa de subsistir e as sobreposições passam a dar-se, como indicam as Figs. 7 e 7-a. Obtêm-se

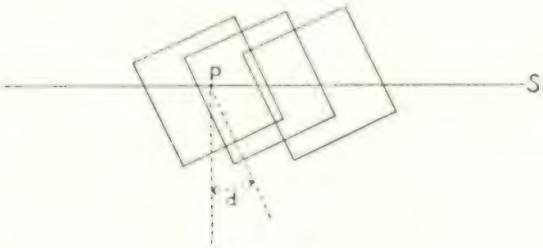


Fig. 7-a

desta forma sobreposições não uniformes e inferiores, em área, a $100\frac{o}{l}$, (Fig. 8-a). Será necessário, portanto, fazer girar a câmara fotográfica, de um ângulo igual à deriva, como mostram as Figs. 7-a e 8. As suspensões das máquinas fotográficas, que se colocam nos aviões, permitem rotações capazes de restabe-

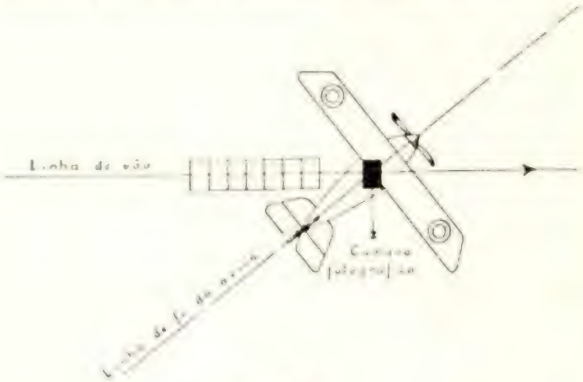


Fig. 8

lecer o paralelismo indicado, e obter as sobreposições da Fig. 8-a.

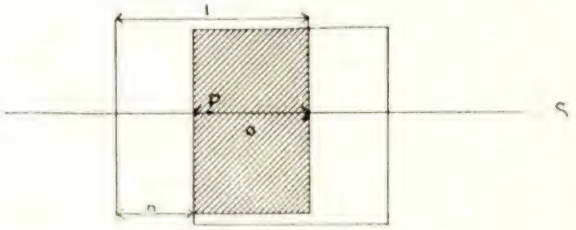


Fig. 8-a

Sejam, Fig. 9, E e E′ duas estações aéreas sucessivas duma fiada de vôo, e *C, C′* as duas fotografias horizontais correspondentes. A linha E E′, segmento do eixo da fiada ou linha de vôo, chama-se, como sabemos, *base aérea* e

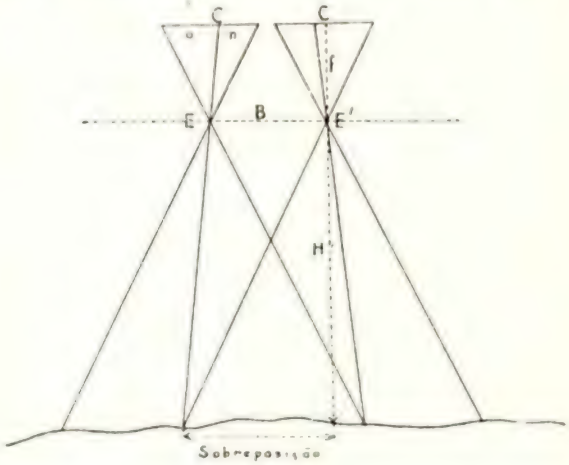


Fig. 9

representamos o seu comprimento por B. Sendo *H* a altura média do vôo acima do terreno e *f* a distância focal da câmara fotográfica, temos nos triângulos semelhantes,

$$\frac{n}{B} = \frac{f}{H}$$

em que n é a parte da fotografia que não foi sobreposta. Desta igualdade tira-se

$$B = n \frac{f}{H} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Mostra esta fórmula que se quisermos, para a mesma altura de vôo, aumentar a sobreposição, teremos de diminuir a base. Para uma sobreposição total teria de ser n igual a zero, o que quere dizer que não poderemos obter sobreposições totais com fotografias horizontais. Teremos, para obter esta espécie de sobreposições, de utilizar ou duas fotografias obliquas ou uma fotografia horizontal e outra oblíqua, que é o sistema adoptado no processo de levantamento aero-estereofotogramétrico da Sociedade Portuguesa de Levantamentos Aéreos, Ltd.ª (SPLAL).

(Continua)

Notas sôbre o Cálculo de Secções de Canais

pelo Eng.º José F. de Sousa Monteiro

(Univ. Gand)

O emprêgo dos ábacos é, na vida profissional do engenheiro, um auxiliar poderosíssimo, quando, amiúdadas vezes, êle tem de efectuar um mesmo cálculo e, principalmente, se êsse cálculo obriga a fastidiosas tentativas. É-nos, pois, bastante agradável publicar êste trabalho original onde o Autor apresenta 2 ábacos, destinados a facilitar e abreviar o moroso cálculo por tentativas das secções dos canais.

RESUMO — 1. Considerações preliminares — 2. Fórmula adoptada — 3. Representação gráfica da fórmula de Bazin — 4. Representação gráfica da fórmula $Q = \Omega U$ — 5. Exemplos.

I — Considerações preliminares

A freqüência dos cálculos de secções de canais, com que estamos diàriamente em contacto nos problemas de Hidráulica Agrícola, tem-nos mostrado o tempo precioso que se perde e as impaciências que, por vezes, sobrevêm com o cálculo analítico e directo destas secções, nomeadameute quando se trata de problemas resolvidos por tentativas.

Para obviar a êstes inconvenientes compusemos dois ábacos que permitirão calcular gràficamente as secções dos canais que mais correntemente aparecem, de uma maneira rápida, cómoda e fácil, e com precisão plenamente satisfatória na prática.

Baseámos o cálculo na fórmula de Bazin, cuja escolha resulta das considerações do parágrafo seguinte. Propositadamente quisemos detalhar neste trabalho a construção dos ábacos mencionados, de modo a facilitar a qualquer pessoa a sua completa compreensão, donde esperamos, resulte a confiança necessária para o seu emprêgo consciente.

Terminamos êste assunto com a apresentação de alguns exemplos típicos de problemas correntes que familiarizarão o leitor com o emprêgo dos ábacos em questão.

II — Fórmula adoptada

«Nulle part comme en Hydraulique il n'est important de se rendre compte des conditions dans lesquelles on peut employer les formules. Il est nécéssaire d'avoir toujours présentes à l'esprit les hypothèses simplificatrices que l'on a dû faire pour obtenir les formules dont on veut se servir.»

FLAMANT.

Equação geral do movimento uniforme nos canais

Resulta da equação geral do movimento permanente para os cursos de água de leito prismático, isto é, para os canais. Esta equação,

empregada sistemàticamente por Merten em tôda a sua magnífica teoria sôbre os eixos hidráulicos, define completamente os eixos que se produzem nestes cursos de água desde o momento que se conheça uma altura de água, por exemplo, a altura da abertura de uma adufa, e que ao longo do eixo considerado não exista nenhuma descontinuïdade.

Como se sabe, define-se por eixo hidráulico de um curso de água a intersecção da superfície livre do líquido com o plano (ou superfície cilíndrica) perpendicular ao fundo.

Sendo *h* a altura de água, e *s* o desenvolvimento longitudinal do fundo, e tendo as demais letras o significado habitual, como por exemplo, i = seno do ângulo de inclinação do fundo, a equação do movimento permanente é a seguinte:

$$\frac{dh}{ds} = \frac{i - \frac{\chi}{\omega^3} b\, q^2}{\sqrt{1 - i^2} - \frac{q^2 \times l}{g \times \omega^3}} = \frac{N}{D}$$

As hipóteses admitidas na dedução desta equação são as seguintes:

1) — Movimento permanente.
2) — Leito prismático e rectilíneo.
3) — Secção transversal com a concavidade voltada para o líquido (ângulo formado pela tangente à secção com a vertical nunca crescendo com a altura de água).
4) — Velocidades uniformemente repartidas nas secções.
5) — Secções hidrostáticas, isto é, movimento por filetes paralelos entre si e ao leito.

O movimento uniforme é um caso particular do movimento permanente em que a altura de água é constante, quere dizer, em que o eixo hidráulico é paralelo ao fundo do canal.

Exprimindo portanto que o ângulo da tangente ao eixo hidráulico com o fundo é nulo, resulta a fórmula do movimento uniforme.

A condição é, pois, $\frac{dh}{ds} = 0$ ou $N = O$ sendo $D \neq O$ (não consideramos o caso limite em que $\frac{dh}{ds} = 0$ quando $N = 0$ e $D = O$, correspondente à inclinação de passagem dos cursos de água tranqüilos para os torrenciais).

Assim: $i - \frac{\chi}{\omega^3} b\, q^2 = O$ ou ainda $i - \frac{\chi}{\Omega^3} b\, Q^2 = O$, estabelecendo a convenção de adoptar maiúsculas para o movimento uniforme.

A altura de água no movimento uniforme é portanto o valor de h que anula o numerador de $\frac{dh}{ds}$, por convenção $\equiv H$.

Vamos agora transformar esta equação de maneira a dar-lhe as formas sob as quais ela é mais conhecida.

$$i - \frac{\chi}{\Omega^3} b\, Q^2 = i - \frac{\chi}{\Omega} \cdot \frac{1}{\Omega^2} b\, \Omega^2 =$$

$$= i - \frac{1}{R} b\, U^2 = O$$

donde $\underline{R\, i = b\, U^2}$ (uma forma)

$$\text{ou} \quad U = \frac{1}{\sqrt{b}} \sqrt{R\, i}$$

ou ainda $\underline{U = C\sqrt{R\, i}}$ (outra forma)

$$\text{sendo } C = \frac{1}{\sqrt{b}} \quad \text{ou} \quad b = \frac{1}{C^2}$$

C = coeficiente de velocidade.

Fórmulas práticas

O grande número de fórmulas para cálculo de secções de canais que têm sido aconselhadas e mais ou menos empregadas prova sòmente que a questão é delicada e que ainda se não chegou a uma fórmula prática que traduza inteira e satisfatòriamente o cálculo dessas secções.

Tôdas elas diferem em geral no valor a dar ao coeficiente *C* ou *b*. A orientação seguida pelos investigadores foi sempre determinar o melhor possível êste coeficiente, que é função de R, U, i e da rugosidade das paredes do canal.

Entre as fórmulas práticas mais conhecidas citaremos as seguintes:

1). CHÉZY — foi das primeiras que apareceram.

$$U = C\sqrt{R\, i}$$

em que C tinha diversos valores, segundo vários autores, entre êles, 93,4 de Eytelwein.

2). PRONY — $R\,i = b\,U^2$

em que $b = b + \frac{a}{U}$

o que dá $R\,i = a\,U + b\,U^2$

3). TADINI — $U = C\sqrt{R\,i}$

em que C = constante e igual a 50.

4). DARCY-BAZIN (1865) — $U = C\sqrt{R\,i}$

em que $C = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \frac{\beta}{R}}}$

$\left(\text{correspondente a } b = \alpha + \frac{\beta}{R}\right)$

tendo α e β valores diferentes distribuídos por cinco categorias segundo a natureza das paredes dos canais.

5). GANGUILLET e KUTTER (1870)

$$U = C\sqrt{R\,i}$$

em que

$$C = \frac{23 + \frac{0{,}00155}{i} + \frac{1}{n}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}$$

(R em metros)

na qual n difere segundo dez categorias principais de rugosidade de paredes.

6). KUTTER — simplificação da anterior: (para $i > 0{,}001$)

$$U = C\sqrt{R\,i}$$

em que

$$C = \frac{100}{m + \sqrt{R}} \quad \text{ou} \quad C = \frac{100}{1 + \frac{m}{\sqrt{R}}}$$

dependendo m da natureza das paredes do canal.

7). MANNING (1889) $U = C\sqrt{R\,i}$

em que $C = \frac{1}{n}\sqrt[6]{R}$

tendo n os mesmos valores que na fórmula de Ganguillet e Kutter.

8). BAZIN (1897) $U = C\sqrt{R\,i}$

em que $C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$

Os valores dos coeficientes de rugosidade γ são modernamente definidos pela tabela seguinte (vide Otto Streck):

1.ª CATEGORIA—Paredes e fundo muito lisos (formigão velho perfeitamente pulido, madeira aplainada cuidadosamente, manilhas soldadas de ferro para condutas forçadas de grande diâmetro, idem de formigão armado)..... $\gamma = 0{,}06$

2.ª CATEGORIA — Paredes e fundos lisos (formigão fino alisado, não pulido, com uniões cobertas, tubos de cimento revestidos de «Kanalhaut», obras de alvenaria de pedra e de tijolo, lisas e limpas, madeira aparelhada, tubos de ferro de espessura grande em relação ao diâmetro com juntas transversais e longitudinais)..... $\gamma = 0{,}16$

Paredes e fundo de formigão fino, alisado, não pulido..... $\gamma = 0{,}20$

Paredes e fundo de formigão velho, toscamente pulido (canalizações de cimento, obras de alvenaria de pedra aparelhada, ladrilhos).... $\gamma = 0{,}30$

3.ª CATEGORIA—Paredes e fundo de alvenaria corrente — revestimento de formigão não pulido..... $\gamma = 0{,}46$

4.ª CATEGORIA—Paredes e fundo de natureza mixta (taludes empedrados ou revestidos de formigão velho e fundo de terra não revestida, paredes e fundo de terra muito regulares, idem em rocha lisa)..... $\gamma = 0{,}85$

5.ª CATEGORIA—Paredes e fundo de terra em condições ordinárias, de perfis regulares..... $\gamma = 1{,}30$

6.ª CATEGORIA—Paredes e fundo de terra de resistência excepcional (leitos virgens, inconstantes, com vegetação, grande cascalho, etc.) $\gamma = 1{,}75$

Discussão das fórmulas mencionadas

Às três primeiras e a outras do mesmo tipo aponta-se-lhes a deficiência de serem independentes da rugosidade das paredes dos canais, de tal modo que caíram em desuso depois do aparecimento das fórmulas posteriores, mais aperfeiçoadas.

A fórmula de Darcy-Bazin dá valores aceitáveis para pequenos canais (inferiores a 2^m de bôca), mas foi posta de lado pelo próprio Bazin por razões que não vale a pena citar aqui.

Hoje em dia as preferências dividem-se pela fórmula Ganguillet e Kutter, Bazin (1897) e Manning. Tôdas elas têm vantagens especiais e adeptos, o que prova, como de resto está reconhecido, que ainda não há experiências suficientes para concluir qual das três é mais correcta e aceitável.

Os resultados de Manning afastam-se sensivelmente dos obtidos com as outras duas quando se tomam valores extremos de R, como se vê pelo quadro I (Buckley):

QUADRO I

R	C na fórmula $U = C\sqrt{R\,i}$			
	Bazin	Manning	Ganguillet e Kutter	
			i = 0,001	i = 0,00005
muito pequeno = $0,^m026$	17,3	39,4	24,3	23,7
muito grande = 122^m	140,9	97,9	110,7	113,0
∞	157,6	∞	116,8	119,6

A principal vantagem da fórmula de Ganguillet e Kutter consiste em ser a única que faz depender o coeficiente de velocidade C de inclinação do canal, à custa de uma maior complicação que talvez não compense as diferenças, em geral de pouca importância prática, notadas entre os resultados obtidos por esta fórmula e pela fórmula de Bazin.

Buckley, referindo-se à fórmula de Bazin, não a chega a classificar de defeituosa por ser independente da inclinação i, e para melhor facilidade de comparação dos resultados obtidos com as principais fórmulas que têm sido usadas, dá um quadro que nós resumimos no quadro II, com os valores das velocidades médias para alguns valores de R, aplicado a canais de terra em condições ordinárias, de $i = 10^{cm}/_{km}$.

QUADRO II

R em metros	0,25	0,75	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	30,00
Fórmulas	*Velocidade em metros por segundo*							
Chézy-Eytelwein	0,2285	0,4200	0,7068	1,0132	1,2482	1,4465	1,6211	2,8320
Darcy-Bazin	0,1220	0,3170	0,6630	1,0433	1,3319	1,5721	1,7818	3,2067
Gang. e Kutter	0,1338	0,3218	0,6576	1,0560	1,3766	1,6560	1,9031	3,6571
Manning	0,1587	0,3303	0,6348	1,0070	1,3210	1,5998	1,8564	3,8640
Bazin	0,1170	0,3009	0,6404	1,0536	1,3014	1,6848	1,9485	3,8498

Nos Estados Unidos, em Inglaterra e na Alemanha a preferência é dada à fórmula dos engenheiros suiços Ganguillet e Kutter. Os americanos, principalmente, têm levado tão longe as suas investigações que já arranjaram para *n* perto de 30 valores diferentes (vide

Etcheverry), aumentando assim, sôbre a de Bazin a vantagem desta fórmula na precisão da classificação da rugosidade de um dado canal.

Todavia é curioso notar que a influência da inclinação na fórmula de Ganguillet e Kutter é nula quando se trata de secção cujo $R = 1,^{m}00$.

Com efeito, sendo $R = 1,^{m}00$, a fórmula torna-se independente de i:

$$C = \frac{23 + \frac{0,00155}{i} + \frac{1}{n}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}} =$$

$$= \frac{23\ n.\ 1 + 0,00155\ n + i}{n.\ i} \times$$

$$\times \frac{i}{i + 23\ n.\ i + 0,00155.\ n} = \frac{1}{n}$$

Valor precisamente igual ao que dá a fórmula de Manning nêste caso.

Ganguillet e Kutter definiram como limite de separação entre grandes e pequenas secções aquelas cujo raio médio é igual a $1,^{m}00$. As áreas de tôdas estas secções limites são mais ou menos da mesma ordem. Para cada forma de secção há uma única com $R = 1,^{m}00$ sendo a de menor área a que obedece à condição de maior vazão. O mínimo de área pertence ao tipo semi-circular, com $6,^{m^2}3$.

O limite de separação definido por Ganguillet é pois real, como fàcilmente se verifica.

Pôsto isto a lei de variação de C com *i* é a seguinte:

Pequenas secções ($R < 1,^{m}00$) C aumenta quando i cresce até 0,001.

Grandes secções ($R > 1,^{m}00$) C diminue quando i cresce até 0,001.

Para valores de $i > 0,001$ estas variações deixam pràticamente de existir, aplicando-se então a chamada fórmula de Kutter.

Flamant confessa não ver as causas desta variação que lhe parece difícil de explicar. Há quem interprete êste facto como factor depreciativo para a fórmula em questão, com o que não concordamos. Com efeito, Ganguillet e Kutter observaram que:

1) — C depende da rugosidade das paredes dos canais.
2) — C aumenta com R mas tanto mais lentamente quanto maior fôr R.
3) — C aumenta com a inclinação, em canais de terra lisos, rectangulares e de pequenas dimensões.
4) — C diminue com a inclinação, em canais de paredes rugosas e nos cursos de água naturais pequenos ou grandes.

o que os levou ao estabelecimento da sua fórmula, que comprovaram depois largamente.

Portanto, à singularidade apresentada por ela corresponde na natureza uma singularidade do *mesmo género,* e por isso, apesar-de se desconhecerem as causas e a explicação dêste fenómeno, só o que devemos lastimar é o limite fixo de fórmula não corresponder talvez a um limite também fixo na natureza, isto é, a falta de coïncidência perfeita entre o que se passa na realidade e o que dá a fórmula.

Parece-nos ser êste o principal inconveniente que se pode apontar à fórmula de Ganguillet e Kutter, visto que a maior complicação da fórmula pode ser muito reduzida por tabelas ou ábacos.

Em França esta fórmula não goza de grandes simpatias.

É de Flamant a seguinte apreciação: «Esta fórmula é complicada e os resultados que ela fornece parecem não estar tão bem de acôrdo com a experiência como os da nova fórmula de Bazin. A comparação dêstes resultados tende a mostrar que a importância da inclinação i na fórmula de Ganguillet e Kutter não é grande, porque as divergências encontradas parecem ser função da própria inclinação, e são apreciáveis sobretudo para pequenas inclinações».

Esta rivalidade entre a fórmula de Ganguillet, Manning e Bazin, sobretudo entre a primeira e a última é um assunto que tem sempre interessado os engenheiros que se ocupam de estudos hidráulicos. Pelo nosso lado confessaremos a simpatia pela fórmula de Bazin, por menos trabalhosa, fazendo ainda notar que não obstante a preferência dada nos Estados Unidos, Inglaterra e Alemanha à fórmula de Ganguillet e Kutter, a fórmula de Bazin, pelos resultados verificados há perto de 40 anos, tem continuado a ser empregada nos países latinos, nomeadamente em França e na Bélgica, e os seus resultados são aceites como dos melhores e até como padrão.

Modernamente Forchheimer propõe a seguinte fórmula prática:

$$U = \lambda\ R^{0,7}\ i^{0,5}$$

dando no seu tratado um ábaco para facilitar o seu emprêgo em virtude da dificuldade de resolução directa. É um pouco vaga na sua aplicação por deficiência da escolha do valor de λ, e a sua aplicação prática recente para se poder ter uma opinião segura da eficácia dos seus resultados.

Já que falámos em Forchheimer registaremos aqui que êle declara no seu tratado, que

devido às últimas investigações de vários experimentadores estão hoje postas de parte as fórmulas do tipo Manning a que a sua própria pertence...

Notaremos ainda que, seja qual fôr a fórmula adoptada, os resultados, por maior rigor matemático que se empregue, deverão ser sempre considerados mais ou menos aproximados, em virtude de não haver justeza na escolha do coeficiente de rugosidade a admitir em cada caso.

Obs. I — **Rugosidades de 1.ª categoria**

Segundo Flamant, não se deve empregar os coeficientes de rugosidade, correspondentes à 1.ª categoria de paredes, em canais de bôca superior a um ou dois metros, tanto na fórmula de Bazin como na de Ganguillet e Kutter.

Esta recomendação é devido a ter-se experimentalmente reconhecido que tal emprêgo só era satisfatório para pequenos canais, idênticos àqueles que serviram para o estabelecimento dêsses coeficientes.

Obs. II — **Cursos de água naturais**

A aplicação aos cursos de água naturais das fórmulas de que vimos tratando, que foram deduzidas para canais, é um tanto ou quanto abusiva, e quando feita imprudentemente conduz a resultados disparatados.

É natural que assim suceda porquanto em tais condições as hipóteses estabelecidas na dedução da fórmula fundamental não se verificam geralmente. Não é portanto justificável estender o emprêgo das fórmulas para canais aos cursos de água naturais. De resto esta necessidade de emprêgo não se faz sentir correntemente, porque em geral num curso de água natural (rio ou ribeira) a velocidade de água é medida directamente por vários processos e raramente calculada pela fórmula $U = C\sqrt{Ri}$.

Obs. III = **Cursos de água regularizados**

Já o mesmo não acontece quando se trata de troços regularizados dos cursos de água naturais, visto êsses troços poderem ser mais ou menos equiparados a canais. Contudo ainda no cálculo das secções de regularização dos rios ou ribeiras o emprêgo das fórmulas para canais tem de ser feito ponderadamente para evitar surprêsas desagradáveis.

Com efeito, convém não esquecer a grande dificuldade que há em determinar o coeficiente de rugosidade adequado, visto a variação da impetuosidade da corrente estar constantemente alterando a natureza do leito, quer depondo carrejos, quer produzindo erosões, mais ou menos pronunciadamente, o que implica uma mudança contínua na forma e na natureza do leito. Além disso sabe-se que o valor de n de Ganguillet e Kutter, por exemplo, varia muitíssimo para o mesmo rio com a altura de água a considerar, o que é mais um facto a dificultar o emprêgo das fórmulas dos canais.

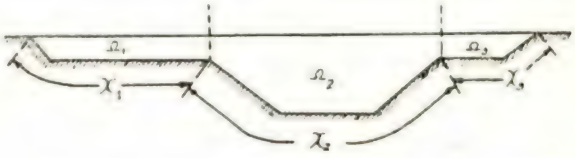
Outro há ainda que merece ser registado: Ao passo que nos canais o eixo hidráulico é quási sempre uma recta paralela ao fundo, e portanto a inclinação i que entra na fórmula é completamente determinada e constante, o eixo hidráulico dos rios e ribeiras é quási sempre uma curva, não paralela ao fundo o que torna bastante vaga e imprecisa a inclinação escolhida para entrar no cálculo.

Tais factos têm feito com que modernamente se procure estabelecer uma fórmula aplicável a cálculos de secções para rios ou ribeiras a regularizar, independentes de coeficientes de rugosidade, partindo do princípio hoje já aceite de que, nestes casos, a rugosidade depende sòmente das características geométricas do leito, isto é, largura, profundidade e inclinação. (Forchheimer).

Nêste campo a fórmula mais em evidência é a de Siedek em que o raio hidráulico é substituído por uma profundidade média. Não entrou no entanto ainda em uso, devido principalmente à sua complicada resolução. A fórmula de Hermanse, de mais fácil emprêgo, é também muito considerada.

Obs. IV — **Sub-divisão de secções molhadas**

Quando se trata de secções possuindo uma ou duas lâminas de água laterais de escassa espessura, como por exemplo a secção representada na figura junta, e em geral as secções dos rios regularizados convém não fazer o emprêgo impensado das fórmulas de cálculo



de secções de canais para não nos expormos a decepções grandes, por vezes paradoxais.

Nestes casos a condição de concavidade de secção não é respeitada, isto é, há regiões,

BIBLIOTECA I.S.T.

sítios ou pontos em que o ângulo formado pela vertical e pela tangente à secção no ponto considerado aumenta com a altura de água. Não admira portanto que a aplicação das fórmulas em questão dê resultados necessàriamente falsos.

Para evitar isto deve-se dividir a secção considerada em secções parciais por planos verticais passando pelos pontos onde se verifica a discontinuïdade atrás referida. É de resto mais ou menos evidente que o movimento de água em cada secção parcial é quási independente das restantes.

Assim no caso apresentado será:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = U_1\,\Omega_1 + U_2\,\Omega_2 + U_3\,\Omega_3 =$$

$$= \left(C_1\sqrt{\frac{\Omega_1}{\chi_1}} + C_2\sqrt{\frac{\Omega_2}{\chi_2}} + C_3\sqrt{\frac{\Omega_3}{\chi_3}}\right)\sqrt{i}$$

Êste facto parece estar de acôrdo com o que se verifica na natureza por nestes cursos de água se notarem zonas longitudinais de remoinhos, mais ou menos definidos, correspondentes aos pontos de inflexão da secção, e tanto mais pronunciados quanto mais bruscas forem as inflexões. Êstes remoinhos são devidos aos atritos de massas de água animadas de velocidades diferentes.

Obs. V — **Aplicação das fórmulas de canais aos tubos**

A diferença principal do movimento de água nos tubos e nos canais, isto é, nos cursos de água fechados e abertos de secção constante, é que nos primeiros a perda de carga por metro J (igual ao quociente de diferença de nível piezométrico pelo comprimento do tubo) é em geral distinta da pendente geométrica i do tubo, isto é, $J = i$, ao passo que nos segundos estas duas quantidades coïncidem ($J \equiv i$) por ser a superfície livre do líquido o próprio nível piezométrico de água em movimento e paralelo ao fundo.

É também de notar que ainda não se verificou nenhuma razão experimental que determinasse o emprêgo de fórmulas fundamentalmente distintas para os dois casos, pelo que não repugna admitir que os tubos possam ser também tratados por uma fórmula do tipo $U = C\sqrt{Ri}$ em que o i passe a ser o J, tendo C os valores adoptados nos canais.

Fica assim explicado o moderno emprêgo da fórmula de Bazin e de Ganguillet e Kutter no cálculo das perdas de carga nos tubos por atrito das paredes.

Pôsto isto passemos pròpriamente ao objectivo destas notas:

III — Representação gráfica da fórmula de Bazin

Proporcionalidade das representativas

Como se sabe, entende-se por escala num desenho o comprimento que nele representa a unidade da quantidade considerada, e representativa dessa quantidade o comprimento referente a tôda ela.

Daqui resulta o princípio fundamental do desenho à escala:

$$\text{quantidade } a = \frac{\text{representativa de } a}{\text{escala de } a}$$

que exprimimos da seguinte maneira:

$$a = \frac{\bar{a}}{\bar{u}_a}$$

Ora a fórmula de Bazin pode ser transformada como segue:

$$U = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}\sqrt{Ri} \rightarrow U = \frac{87\,R\sqrt{i}}{\sqrt{R} + \gamma}$$

$$\rightarrow \frac{U}{\sqrt{i}} = \frac{87\,R}{(\sqrt{R} + \gamma)}$$

Passemos desta última igualdade analítica para a igualdade gráfica correspondente:

$$\frac{\frac{\bar{U}}{\bar{u}_U}}{\frac{\sqrt{i}}{\bar{u}_{\sqrt{i}}}} = \frac{87\,\frac{\bar{R}}{\bar{u}_R}}{\frac{(\sqrt{R} + \gamma)}{\bar{u}_{(\sqrt{R}+\gamma)}}} \rightarrow \frac{\bar{U}}{\sqrt{i}} \times \frac{\bar{u}_{\sqrt{i}}}{\bar{u}_U} =$$

$$= \frac{\bar{R}}{(\sqrt{R} + \gamma)} \times \frac{87 \times \bar{u}_{(\sqrt{R}+\gamma)}}{\bar{u}_R}$$

Para diminuir a indeterminação desta expressão vamos introduzir-lhe a condição base do ábaco a traçar, isto é, a condição de proporcionalidade das representativas, assim expressa

$$\frac{\bar{U}}{\sqrt{i}} = \frac{\bar{R}}{(\sqrt{R} + \gamma)}$$

donde resulta a seguinte relação de escalas:

$$\frac{\overline{u}_{\sqrt{i}}}{\overline{u}_u} = \frac{87 \times \overline{u}_{(\sqrt{R}+\gamma)}}{\overline{u}_R}$$

Cálculo das escalas

Do exame desta última expressão resulta que três das escalas podem ser escolhidas arbitràriamente, sendo a quarta calculada em função das três primeiras.

Assim, tendo em consideração dimensões que não quisemos ultrapassar e as inclinações e velocidades com que mais freqüentemente temos de lidar, escolhemos as seguintes escalas:

$$\overline{u}_U = 8 \text{ cm por metro/seg.}$$

$$\overline{u}_R = 8 \text{ cm por metro}$$

$$\overline{u}_{(\sqrt{R}+\gamma)} = 6 \text{ cm por unidade de } (\sqrt{R}+\gamma)$$

sendo a quarta escala $\overline{u}_{\sqrt{i}}$ calculada:

$$\overline{u}_{\sqrt{i}} = 87 \frac{\overline{u}_U \times \overline{u}_{(\sqrt{R}+\gamma)}}{\overline{u}_R} =$$

$$= 87 \frac{8 \times 6}{8} = 522$$

ou seja, $\overline{u}_{\sqrt{i}} = 522^{cm}$ por unidade de $\sqrt{i}$.

Traçado do ábaco

Consideremos dois eixos ox e oy inclinados a 60°. Escolhemos esta inclinação para com ela obtermos intersecções mais definidas das que resultariam com o emprêgo de eixos ortogonais, tendo ainda a vantagem de equilibrar estèticamente o gráfico.

Como vimos, a base dêste ábaco é a seguinte proporcionalidade de representativas

$$\frac{U}{\sqrt{i}} = \frac{R}{(\sqrt{R}+\gamma)}$$

Para conseguirmos esta proporcionalidade marcamos sôbre ox os valores de $\sqrt{i}$ (à escala $\overline{u}_{\sqrt{i}} = 522$ cm por unidade de $\sqrt{i}$) e sôbre oy os de U (à escala $\overline{u}_U = 8$ cm por m/seg.).

Sôbre êste mesmo eixo oy marcamos provisòriamente os valores de R (à escala $\overline{u}_R = 8^{cm}$ por $R = 1,^{m}00$), a partir dos quais construímos a curva $\sqrt{R}$ [à escala $\overline{u}_{(\sqrt{R}+\gamma)} = 6^{cm}$ por $(\sqrt{R}+\gamma) = 1$ em que consideramos $\gamma = 0$]

Os valores de $\sqrt{R}$ assim calculados são marcados em abcissas paralelamente a ox, a partir do eixo oy como referência.

Obtida a curva podemos fazer desaparecer a escala dos R que marcámos provisòriamente sôbre oy e que só nos serve para a construção da curva $\sqrt{R}$.

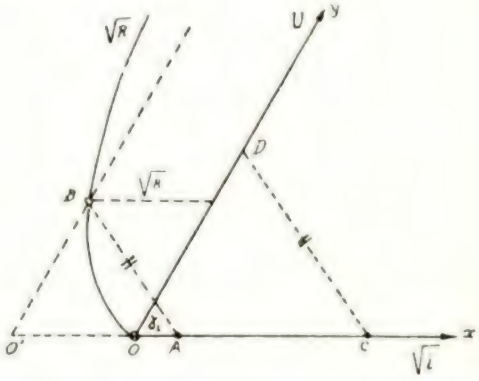
As diferentes categorias γ não são marcadas em eixo especial por serem poucas. Aproveitaremos para isso o eixo ox. onde as marcaremos à escala $\overline{u}_{(\sqrt{R}+\gamma)} = 6^{cm}$ por $(\sqrt{R}+\gamma) = 1$ em que consideramos $R = 0$.

Temos assim completo o ábaco que ligando as quantidades R, γ, U e i nos permite achar qualquer delas, conhecidas as outras três.

EXEMPLO: Sendo dada uma secção revestida ($\gamma = 0,16$, representativa em A) de raio médio igual a R (representativa em B) de um canal de inclinação i (representativa em C), achar a velocidade média com que a água se escoa nessa secção.

Solução: Tiramos por C uma paralela a AB. A velocidade pedida é lida imediatamente na escala junto ao ponto D.

Para o demonstrarmos traçamos por B um eixo paralelo a oy e prolongamos para a esquerda o eixo ox até O'. Consideremos os triângulos semelhantes O'BA e ODC. Teremos: $\frac{O'B}{O'A} = \frac{OD}{OC}$



Ora $O'B = R$,

$$O'A = (\sqrt{R} + Y),$$

$$OD = U \quad \text{e} \quad OC = \sqrt{i}$$

substituindo vem: $\frac{R}{(\sqrt{R}+\gamma)} = \frac{U}{\sqrt{i}}$

Obtemos assim a relação que serviu de base ao traçado do ábaco, o que prova que o ponto D indica a velocidade pedida.

OBS. — As linhas AB e CD não se traçam na prática. Para simplificação do ábaco marcaram-se os valores de i e de R em vez de $\sqrt{i}$ e $\sqrt{R}$, se bem que as divisões correspondam às respectivas raizes, raizes estas que uma vez desenhado o ábaco deixam de nos interessar.

Mudanças de escalas

Com o fim de alargar o emprêgo do ábaco traçado no que respeita a inclinações suponhamos que nos é dada uma inclinação tal que só a sua $\frac{1}{n}$ parte está dentro da escala traçada.

Trabalharemos com êste $\frac{i}{n}$ como se não tivesse havido redução e obteremos uma velocidade ficticia U_n. Para obtermos a velocidade real U, correspondente à inclinação i dada, temos que respeitar o paralelismo base do diagrama, e multiplicar U_n, não por n, mas sim por $\sqrt{n}$ visto a redução $\frac{1}{n}$ da inclinação corresponder no ábaco à redução $\frac{1}{\sqrt{n}}$ da representativa de $\sqrt{i}$.

Inversamente, se entrarmos com $n \times i$ em vez de i, a velocidade que corresponde a $n \times i$ (lida) deverá ser dividida por $\sqrt{n}$ para se obter a correspondente a i.

Resumindo: 1) Se sendo dado i entrarmos com $\frac{i}{n}$ a velocidade verdadeira é a lida multiplicada por $\sqrt{n}$.

2) Se sendo dado i entrarmos com $n \times i$, a velocidade verdadeira é a lida multiplicada por $\frac{1}{\sqrt{n}}$.

Estas duas propriedades permitem tôda a latitude do ábaco no que respeita à inclinação i.

OBS. — Anàlogamente podíamos estudar as variações de escalas das variáveis. Não o fazemos por não considerar êsse estudo de grande necessidade prática.

IV — Representação gráfica da fórmula $Q = U \times \Omega$

Para evitar a divisão a que esta fórmula geralmente conduz, e fugindo aos ábacos logarítmicos por mais complicados e menos intuïtivos, elaborámos um gráfico para representar a fórmula $Q = U \times \Omega$, marcando em abcissas os Q e em ordenadas os Ω e em oblíquas, passando pela origem as velocidades médias U. Trata-se, portanto, de um ábaco simples, com funções só do 1.º gráu, fáceis de traçar, e, por isso, bastante preciso.

A escolha de escalas obedeceu aos princípios já expostos, tendo sido fixado para escala dos caudais Q, 4 cm por $Q = 1\ m^3/seg.$, e para escala das secções Ω também 4 cm, correspondentes a $\Omega = 1^{m^2}$.

As velocidades médias são as que resultam da interpolação feita entre duas oblíquas mais próximas. Convém notar que esta interpolação não se deve fazer segundo um arco de círculo de centro na origem do ábaco, mas sim segundo secantes paralelas ao eixo das abcissas.

Secções mais económicas

Além da vantagem anterior, comum a tôdas as secções, a utilidade dêste ábaco é consideràvelmente ampliada desde que se trate de alguns tipos correntes de secções mais económicas ou de maior vazão.

Como se sabe, chama-se em hidráulica secção mais económica de um tipo dado (por exemplo, o trapezoidal) aquela que para um dado valor de secção Ω permite o máximo de vazão, e dá, portanto, origem, para um mesmo caudal, a um mínimo de movimento de terras.

Nas secções trapezoidais a altura de água mais económica H é dada pela fórmula:

$$H = \sqrt{\frac{\Omega \times \operatorname{sen} \theta}{2 - \cos \theta}}$$

e a largura do fundo ou rasto l por:

$$l = \frac{\Omega}{H} - H \operatorname{cotg} \theta$$

A relação entre H e l traduz-se por:

$$\frac{H}{l} = \frac{1 + \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \theta}}{2 \operatorname{tg} \theta}$$

Estas fórmulas são aplicáveis à secção rectangular como caso particular das secções trapezoidais, em que o seno do ângulo formado pelo talude e pelo plano horizontal é igual à unidade, isto é, $\operatorname{sen} \theta = 1$.

Pôsto isto, compilámos e completámos o quadro III, onde incluimos também o caso da secção semi-circular, cujos coeficientes foram especialmente calculados.

Utilidade do ábaco para as secções mais económicas consideradas no quadro anterior

Para evitar ler no ábaco o valor da secção Ω, achar a $\sqrt{\Omega}$, multiplicar depois pelo coeficiente

QUADRO III

N.os	1	2	3	4	5	6	7	8
Casos	Secções rectangulares	Taludes 1/2 (1 de base por 2 de altura)	Taludes 2/3 (2 de base por 3 de altura)	Taludes 1/5 (4 de base por 5 de altura)	Taludes 1/4	Taludes 1/3 (4 de base por 3 de altura)	Taludes 2/1 (2 de base por 1 de altura)	Secções semi-circulares
tg θ	∞	2,00	1,50	1,25	1,00	0.75	0,50	—
θ	90°	63° 27′	56° 19′	51° 20′	45°	36° 52′	26° 34′	—
R	$0{,}3535\sqrt{\Omega}$	$0{,}3795\sqrt{\Omega}$	$0{,}3795\sqrt{\Omega}$	$0{,}377\sqrt{\Omega}$	$0{,}370\sqrt{\Omega}$	$0{,}3535\sqrt{\Omega}$	$0{,}318\sqrt{\Omega}$	$0{,}399\sqrt{\Omega}$
H	$0{,}707\sqrt{\Omega}$	$0{,}759\sqrt{\Omega}$	$0{,}759\sqrt{\Omega}$	$0{,}754\sqrt{\Omega}$	$0{,}740\sqrt{\Omega}$	$0{,}707\sqrt{\Omega}$	$0{,}636\sqrt{\Omega}$	$0{,}798\sqrt{\Omega}$
l	$1{,}414\sqrt{\Omega}$	$0{,}938\sqrt{\Omega}$	$0{,}812\sqrt{\Omega}$	$0{,}724\sqrt{\Omega}$	$0{,}613\sqrt{\Omega}$	$0{,}471\sqrt{\Omega}$	$0{,}300\sqrt{\Omega}$	—
l	$4{,}000\sqrt{\Omega}$	2,472 R	2,142 R	1,922 R	1,656 R	1,333 R	0,944 R	—
b	$1{,}414\sqrt{\Omega}$	$1{,}697\sqrt{\Omega}$	$1{,}824\sqrt{\Omega}$	$1{,}930\sqrt{\Omega}$	$2{,}092\sqrt{\Omega}$	$2{,}357\sqrt{\Omega}$	$2{,}844\sqrt{\Omega}$	$1{,}596\sqrt{\Omega}$
H/l	0,500	0,809	0,934	1,040	1,207	1,500	2,118	—
%	$2{,}828\sqrt{\Omega}$	$2{,}635\sqrt{\Omega}$	$2{,}636\sqrt{\Omega}$	$2{,}654\sqrt{\Omega}$	$2{,}704\sqrt{\Omega}$	$2{,}828\sqrt{\Omega}$	$3{,}144\sqrt{\Omega}$	$2{,}507\sqrt{\Omega}$

correspondente dêste último quadro para obtermos o valor de R que nos é necessário para a fórmula de Bazin, calculámos uma escala de raios hidráulicos para cada tipo de secção que nos dá logo, em função de Ω, o R correspondente, sem lermos sequer o valor de Ω, que, de resto, não nos interessa.

Como nas secções mais económicas as alturas de água são o dôbro do valor de R correspondente, podemos fazer idéia imediata de qualquer secção ensaiada, multiplicando por dois o valor do R lido na escala.

É neste campo que se revela a verdadeira utilidade dêste abaco, como se verá nos exemplos adiante mostrados.

Cálculo das escalas das graduações de R em função de Ω

Para se conhecer a marcha seguida tomemos como exemplo o cálculo da escala dos R em função de Ω, para o caso de secções trapezoidais com taludes 1/4, cuja fórmula é:

$$R = 0{,}370\sqrt{\Omega}$$

Passemos às representativas:

$$\frac{\overline{R}}{\overline{u}_R} = 0{,}370\sqrt{\frac{\overline{\Omega}}{\overline{u}_\Omega}} = 0{,}370$$

$$\text{ou} \quad \frac{\overline{R^2}}{\overline{u}_{R^2}} = 0{,}370^2\,\frac{\overline{\Omega}}{\overline{u}_\Omega}$$

Levantando a indeterminação com a condição: $\overline{\Omega} = \overline{R^2}$ resulta a relação de escalas procurada:

$$\overline{u}_\Omega = 0{,}370^2\,\overline{u}_{R^2} \quad \text{donde} \quad \overline{u}_{R^2} = \frac{1}{0{,}370^2}\,\overline{u}_\Omega$$

Efectuando: $\overline{u}_{R^2} = \frac{1}{0{,}370^2} \times 4^{cm} = 7{,}305 \times 4^{cm} =$

$= 29{,}22$ cm para $R^2 = 1$ (ou $R = 1$)

Registamos a seguir as escalas empregadas:

$$\overline{u}_{R^2{}_{1=6}} = \frac{1}{0{,}3535^2}\,\overline{u}_\Omega = 32{,}00 \text{ cm para } R^2 = 1$$

$$\overline{u}_{R^2{}_{2=3}} = \frac{1}{0{,}3795^2}\,\overline{u}_\Omega = 27{,}80 \text{ cm para } R^2 = 1$$

$$\overline{u}_{R^2_4} = \frac{1}{0{,}377^2}\,\overline{u}_\Omega = 28{,}16 \text{ cm para } R^2 = 1$$

$$\overline{u}_{R^2_5} = \frac{1}{0{,}370^2}\,\overline{u}_\Omega = 29{,}22 \text{ cm para } R^2 = 1$$

$$\overline{u}_{R^2_7} = \frac{1}{0{,}318^2}\,\overline{u}_\Omega = 39{,}56 \text{ cm para } R^2 = 1$$

$$\bar{u}_{R_8^2} = \frac{1}{0{,}399^2}\,\bar{u}_\Omega = 25{,}12 \text{ cm para } R^2 = 1$$

OBS. — Para facilidade de consulta mencionaram-se na graduação das escalas sòmente os R apesar das divisões corresponderem aos quadrados dessas quantidades. Convém não esquecer esta observação quando se trata de mudanças de escalas.

Mudanças de escalas

Igualmente para dar tôda a latitude desejada ao gráfico $Q = \Omega\ U$ no que respeita a caudais, suponhamos:

1 — que entramos com um caudal $\frac{Q}{n}$ do Q dado. Evidentemente, a secção Ω resultante vem n vezes diminuída. A secção real será a lida multiplicada por n.

2) — que entramos com um caudal $n \times Q$ do Q dado. É o inverso do caso anterior. A secção obtida é demasiadamente grande e teremos de a dividir por n para obter a secção desejada.

Vejamos porém os efeitos que estas mudanças produzem nas escalas dos R quando se trata das secções mais económicas consideradas.

1) — Se entrarmos com $\frac{Q}{n}$, será Ω correspondente a Q igual ao valor de Ω lido multiplicado por n, mas quanto ao R correspondente a Q será o lido multiplicado por $\sqrt{n}$, e não por n, visto que se trata de uma graduação em que as divisões são proporcionais aos quadrados dos R.

2) — Inversamente, entrando com $n \times Q$, a secção Ω correspondente a Q será a lida dividida por n, ao passo que o R procurado será o lido dividido por $\sqrt{n}$.

V — Exemplos

1 — Problema imediato — Seja um canal com uma secção trapezoidal de taludes $^1/_1$ (secção mais económica). A altura de água é de $1{,}^m20$. O canal é revestido ($\gamma = 0{,}16$). Calcular a inclinação a dar-lhe para que essa secção possa escoar um caudal de 2,105 $^{m3}/_{seg.}$

Solução — No ábaco $Q = U \times \Omega$ vemos que a $H = 1{,}^m20$ (ou a $R = 0{,}^m60$ — escala 5) corresponde a $Q = 2{,}105\ ^{m3}/_{seg.}$ uma velocidade $U = 0{,}80\ ^m/_{seg.}$ — Entrando com $R = 0{,}^m60$, $\gamma = 0{,}16$ e $U = 0{,}80\ ^m/_{seg.}$ obtemos imediatamente no ábaco da fórmula de Bazin a inclinação pedida ou seja $i = 20{,}06\ ^{cm}/_{km}$ (ou $i = 0{,}0002006$).

2 — Problema por tentativas — É o caso que mais vulgarmente aparece a quem tem de lidar com cálculos de secções de canais para caudais dados.

Seja pois resolver o seguinte problema: Calcular a secção mais económica a dar a um canal de paredes de terra ($\gamma = 1{,}30$) e taludes $^1/_1$, com a inclinação de 10^{cm} ao km, onde deve passar o caudal $Q = 3^{m3}/_{seg.}$

1.º ensaio, muito grosseiro: Experimentemos $U = 1\ ^m/_{seg.}$ Corresponde logo no ábaco $Q = U \times \Omega$, um $R = 0{,}^m64$ que nos dá no ábaco da fórmula de Bazin $U = 0{,}26\ ^m/_{seg.}$

2.º ensaio, grosseiro: Experimentemos

$$U = \frac{1{,}00 + 0{,}26}{2} = 0{,}63 \approx 0{,}60\ ^m/_{seg.}$$

Temos $R = 0{,}^m827$ que dá $U = 0{,}33\ ^m/_{seg.}$

3.º ensaio, com cuidado: Experimentemos

$$U = \frac{0{,}60 + 0{,}33}{2} \approx 0{,}40\ ^m/_{seg}$$

Temos $R = 1{,}^m013$ que dá $U = 0{,}38\ ^m/_{seg.}$

4.º ensaio, com precisão: Experimentemos $U = 0{,}385\ ^m/_{seg.}$ Obtemos $R = 1{,}^m033$ correspondente a $U = 0{,}385\ ^m/_{seg.}$

Resposta: — A secção pedida é a seguinte:
Trapezoidal com taludes $^1/_1$.
Altura de água $H = 2{,}066$.
Largura de fundo $l = 0{,}828\,H = 1{,}^m711$.

3 — Problema imediato, com mudança de escala nos dois ábacos. — Seja calcular a inclinação a dar a uma regueira com taludes $^1/_1$, revestida de formigão não pulido ($\gamma = 0{,}46$), obedecendo à condição de máxima economia, onde a altura de água é $H = 0{,}^m274$ donde resulta uma largura de fundo $l = 0{,}828\,H = 0{,}^m227$. O caudal a escoar é $Q = 110\ ^l/_{seg.}$

Solução — Visto que se trata de uma secção de máxima economia $R = \frac{1}{2}\,H$, isto é $R = 0{,}^m137$. Vejamos no ábaco $Q = U \times \Omega$, qual é a velocidade que neste caso corresponde ao caudal $Q = 110\ ^l/_{seg.}$ Para não estarmos a trabalhar numa região onde as linhas do ábaco se prestam a confusões, mudemos de escalas, entrando com o canal fictício $Q' = 10\,Q$.

Será é claro $R' = \sqrt{10}\ R = 3{,}162\,R = 0{,}^m433$. A $R' = 0^m{,}433$ e $Q' = 1{,}1\ ^{m3}/_{seg.}$ corresponde no ábaco uma velocidade $U' = U = 0{,}80\ ^m/_{seg.}$

Entremos agora no ábaco da fórmula de Bazin com o verdadeiro R, isto é, com $R = 0,^{m}137$, e com $\gamma = 0,46$. Como a $U = 0,80\ ^{m}/_{seg.}$ corresponde uma inclinação que não está dentro do ábaco, entremos com uma velocidade fictícia $U_1 = \frac{U}{10}$. A inclinação resultante é $i_1 = 3,2\ ^{cm}/_{km}$.

Logo a inclinação pedida será $i = 10^2\ i_1 = 320\ ^{cm}/_{km}$ $(i = 0,0032)$.

4 — Problema por tentativas, com mudança de escala nos dois ábacos. — Seja calcular a secção mais económica a dar a uma regueira de paredes e fundo revestidos de formigão fino alizado $(\gamma = 0,16)$ e taludes $^1/_1$, que deve escoar $203\ ^{l}/_{seg}$, com uma inclinação de $200\ ^{cm}/_{km}$ $(i = 0,002)$.

Solução: — Dois ensaios rápidos colocam-nos sôbre a região onde devemos trabalhar com mais precisão e assim somos conduzidos a ensaiar a velocidade $U = 1,105\ ^{m}/_{seg}$.

Vejamos pormenorizadamente êste ensaio. Para fugir à região confusa do ábaco $Q = U \times \Omega$, entremos com $Q' = 10\,Q = 2,03\ ^{m^3}/_{seg}$. Obtemos para $U' = U = 1,105\ ^{m}/_{seg.}$ um $R' = 0,^{m}500$. O R verdadeiro será $R = \frac{R'}{\sqrt{10}} = 0,3162\ R' = 0,^{m}158$.

Passemos ao ábaco da fórmula de Bazin. Com $R = 0,^{m}158$ e $\gamma = 0,16$ e uma inclinação cem vezes menor $\left(i_1 = \frac{i}{100} = 2\ ^{cm}/_{km}\right)$, visto a inclinação dada não estar dentro do ábaco, achamos uma velocidade média $U_1 = 0,1105\ ^{m}/_{seg}$. A velocidade U correspondente a i, é pois: $U = \sqrt{100}\ U_1 = 1,105\ ^{m}/_{seg}$.

Verificada a concordância da velocidade ensaiada com a velocidade achada, podemos dar a secção: $H = 0,^{m}316$, $l = 0,828\,H = 0,^{m}262$.

5 — Problema sôbre secções em que o princípio de máxima vazão com um mínimo de área não pode ser observado. É o problema que se apresenta em geral com os canais de navegação em que a altura de água é imposta, ou por outra em que se fixa um mínimo de altura de água.

Neste caso sabemos que o emprêgo do ábaco $Q = U \times \Omega$ é muito mais restringido e limita-se sòmente a esta fórmula.

Examinemos o caso de um problema directo para maior simplicidade. Seja um canal de navegação em que se impõe um $H = 4^{m}$ e uma velocida de média $U = 0,75\ ^{m}/_{seg.}$ Os taludes são a $^1/_1$ e as paredes em terra, com vegetação $(\gamma = 1,75)$. Queremos dar-lhe uma inclinação $i = 10\ ^{cm}/_{km}$. Calcular a largura a dar ao fundo do canal e o caudal de alimentação necessário.

Solução: — O ábaco da fórmula de Bazin dá-nos um raio médio $R = 3^{m},02$ para $i = 10\ ^{cm}/_{km}$ $U = 0,75\ ^{m}/_{seg.}$ e $\gamma = 1,75$.

Ora designando por x a largura procurada, temos:

$$\Omega = 4x + 4^2 = 4x + 16$$

$$\chi = x + 2 \times 4 \times 1,414 = x + 11,314$$

Substituindo em $\frac{\Omega}{\chi} = R = 3,02$

e resolvendo esta equação, achamos para rasto de secção o valor de 18^{m}.

A secção será: $\Omega = 4 \times 18 + 16 = 90,16\ ^{m^2}$ e, portanto, o caudal de alimentação necessário é de:

$$Q = U \times \Omega = 0,75 \times 90,16 = 67,62\ ^{m^3}/_{seg}$$

valor êste que, em vez de calculado, pode ser achado no ábaco $Q = U \times \Omega$ entrando, por exemplo, com $\Omega' = \frac{\Omega}{10}$ e obtendo o caudal desejado, igual a $10 \times Q' = 10 \times 6,76 = 67,6\ ^{m^3}/_{seg.}$

Obs.—Para se avaliar a aproximação obtida nos exemplos tratados, apresentamos o quadro seguinte, onde foram considerados os caudais como incógnitas, e calculados analiticamente com os dados fornecidos pelas soluções para serem comparados aos caudais dados, como verificação.

	R do problema	R calculado	Q do problema	Q calculado	Diferença	Êrro
Problema 1	$0^{m},600$	$0^{m},600$	$2,105\ ^{m^3}/_{seg.}$	$2,084\ ^{m^3}/_{seg.}$	$22\ ^{l}/_{seg.}$	1 %
Problema 2	$1^{m},033$	$1^{m},033$	$3,000\ ^{m^3}/_{seg.}$	$3,028\ ^{m^3}/_{seg.}$	$28\ ^{l}/_{seg.}$	0,9 %
Problema 3	$0^{m},137$	$0^{m},137$	$0,110\ ^{m^3}/_{seg.}$	$0,111\ ^{m^3}/_{seg.}$	$1\ ^{l}/_{seg.}$	0,9 %
Problema 4	$0^{m},158$	$0^{m},158$	$0,203\ ^{m^3}/_{seg.}$	$0,2013\ ^{m^3}/_{seg.}$	$1,7\ ^{l}/_{seg.}$	0,8 %
Problema 5	$3^{m},02$	$3^{m},02$	$67,62\ ^{m^3}/_{seg.}$	$67,80\ ^{m^3}/_{seg.}$	$220\ ^{l}/_{seg.}$	0,3 %

ÁBACO PARA O CÁLCULO DE SECÇÕES DE CANAIS

Tradução Gráfica da Fórmula
$Q = U \times \Omega$

Dando também os R em função de Ω para vários tipos correntes de secções de maior vazão

SECÇÕES MAIS ECONÓMICAS

1—Secções rectangulares
2— » de taludes $^1/_2$ (tang φ=2,00)
3 » » » $^2/_3$ (» =1,50)
4— » » » $^4/_5$ (» =1,25)
5— » » » $^1/_1$ (» =1,00)
6— » » » $^4/_3$ (» =0,75)
7— » » » $^2/_1$ (» =0,50)
8— » semi-circulares

Altura de água das secções H — 2 R

LARGURA DE FUNDO OU RASTO DAS SECÇÕES

l	em função de R	em função de H
l_1	4,000 R	2,000 H
l_2	2,472 R	1,236 H
l_3	2,142 R	1,071 H
l_4	1,922 R	0,961 H
l_5	1,656 R	0,828 H
l_6	1,333 R	0,667 H
l_7	0,944 R	0,472 H

ESCALAS

$\overline{u}_\Omega$ = 4 cm. para Q = 1 m^3 seg.
$\overline{u}_\Omega$ = 4 cm. para Ω = 1 m^2

$\overline{u}_{R^2_{1-6}} = \frac{1}{0{,}3535^2} \times \overline{u}_\Omega = 32{,}00^{cm}$ para $R^2 = 1{,}^m00$

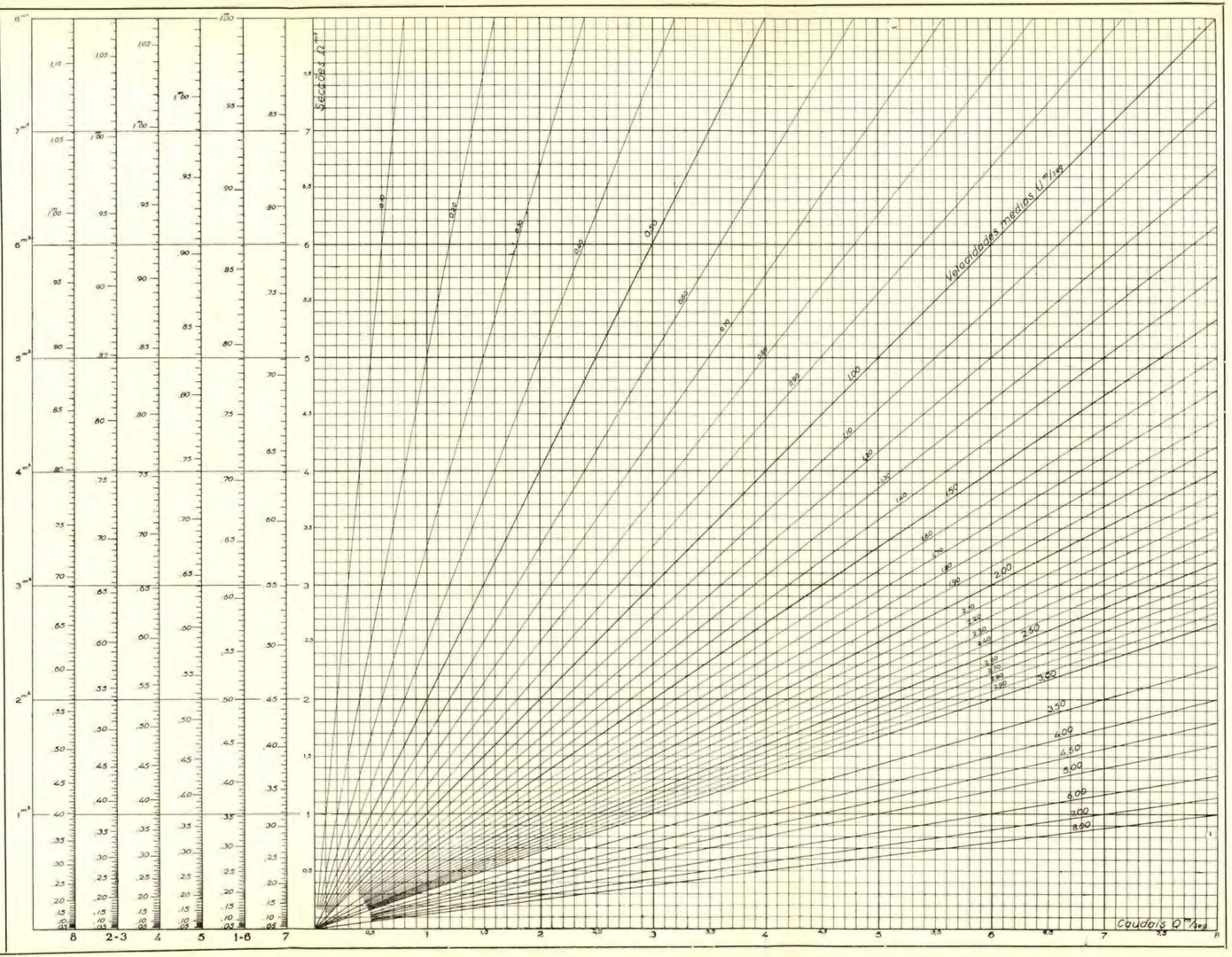
$\overline{u}_{R^2_{2-3}} = \frac{1}{0{,}3795^2} \times \overline{u}_\Omega = 27{,}80$ » » » »

$\overline{u}_{R^2_{4}} = \frac{1}{0{,}377^2} \times \overline{u}_\Omega = 28{,}16$ » » » »

$\overline{u}_{R^2_{5}} = \frac{1}{0{,}370^2} \times \overline{u}_\Omega = 29{,}22$ » » » »

$\overline{u}_{R^2_{7}} = \frac{1}{0{,}318^2} \times \overline{u}_\Omega = 39{,}56$ » » » »

$\overline{u}_{R^2_{8}} = \frac{1}{0{,}399^2} \times \overline{u}_\Omega = 25{,}12$ » » » »

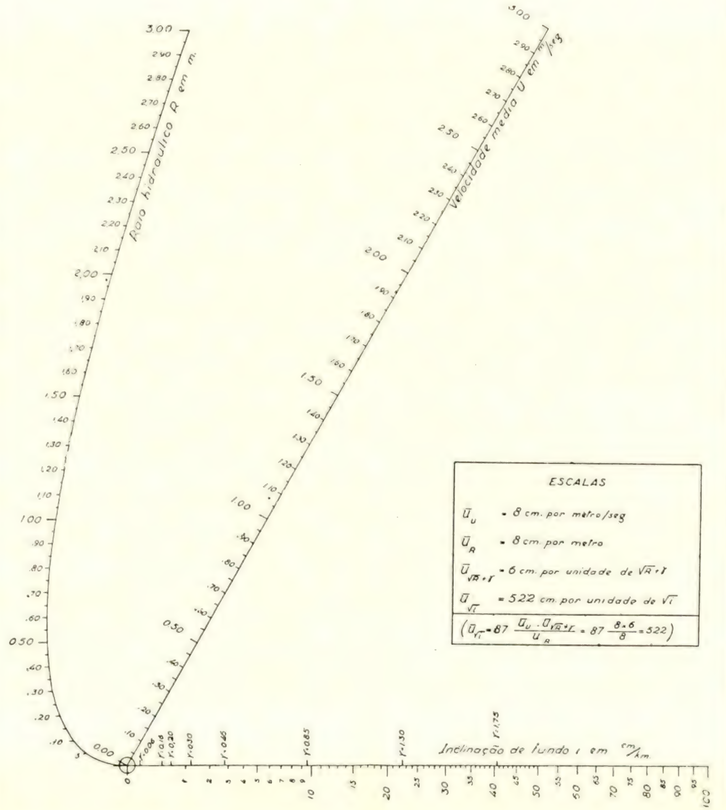


Sousa Monteiro — Eng.º Civil — (Univ. Gand — 1930)

ÁBACO PARA O EMPRÊGO DA

FÓRMULA DE BAZIN

$$U = C\sqrt{Ri} \quad \text{ou} \quad U = \frac{87}{1+\frac{\gamma}{\sqrt{R}}}\sqrt{Ri}$$



Feito pelo Eng.º Sousa Monteiro — Eng.º Civil — (Univ. Gand — 1930)

REGULAMENTO DO BETÃO ARMADO

Decreto n.º 25:948

(Continuação)

Salas de reünião e de dansa, casas de espectáculo, tribunas, balcões de casas de habitação, escadas e corredores acessíveis ao público, arquivos e arrecadações de livros — 500 kg/m².

Garages públicas para automóveis, camiões ou camionetas com pêso até 3:000 kg—600 kg/m².

Em outros edifícios, e especialmente nos destinados a indústrias, as sobrecargas serão devidamente estabelecidas e justificadas.

Nos edifícios com vários andares, nos cálculos das colunas ou pilares solicitados simultâneamente pelas sobrecargas dos diferentes pavimentos, quando se não preveja que todos êles recebam ao mesmo tempo a sobrecarga máxima, poderá considerar-se a sobrecarga total no primeiro e reduzir esta 10 % por cada andar até atingir 50 % do valor primitivo, valor que se mantém para os andares seguintes.

A pressão do vento deverá ser considerada horizontal e computada segundo as circunstâncias locais em 100 a 150 kg/m² de superfície actuada normalmente à sua direcção, salvo casos reputados especiais que justifiquem outros valores.

Nas regiões em que haja neve ter-se-á em conta o pêso desta, considerando-se para êste efeito uma sobrecarga suplementar de 50 kg por m² de superfície horizontal.

Art. 14.º *Sobrecarga das pontes.* — Nas pontes as sobrecargas e mais fôrças externas serão as estabelecidas no regulamento de pontes metálicas.

Art. 15.º *Acção dinâmica das sobrecargas nos edifícios.* — Nas sobrecargas dos edifícios já está em geral considerada a influência da acção dinâmica, mas aplicar-se-á um coeficiente dinâmico de 1,25 nos pavimentos ou estruturas onde estejam instalados maquinismos pesados, máquinas em movimento, aparelhos de transporte ou de manutenção mecânica, silos ou outros semelhantes.

Nos pavimentos em que circulam veículos de tracção animal ou mecânica o coeficiente será 1,40 quando se não aplique o disposto no artigo 16.º

Art. 16.º *Coeficiente dinâmico das pontes.* — Os momentos flectores, esforços transversos ou longitudinais dos diferentes elementos de uma ponte, incluindo os aparelhos de apoio, produzidos pela sobrecarga, deverão ser multiplicados pelos coeficientes dinâmicos indicados na tabela seguinte:

Elementos de construção	Estradas	Caminhos de ferro
1. *Pontes de vigas ou de pórticos:*		
a) Lajes, longarinas, carlingas e vigas principais até 10 metros do vão, directamente ligados à laje	1,4	1,55
b) Vigas principais com mais de 10 metros de vão, directamente ligadas à laje	1,3	1,55
c) Vigas principais que só indirectamente, por intermédio de carlingas, estão ligadas ao tabuleiro	1,2	1,2
2. *Pontes de arcos ou abóbadas:*		
a) Elementos do tabuleiro mencionados em 1 *a*), incluindo montantes	1,4	1,55
b) Arcos:		
Até 50 metros de vão	1,2	1,2
Com mais de 50 metros de vão	1,1	1,1
c) Abóbadas:		
Até 50 metros de vão	1,1	1,1
Com mais de 50 metros de vão	1,0	1,1

Nas pontes de estradas o coeficiente 1,3 do n.º 1, alínea *b*), pode ser reduzido a 1,2, 1,1 e 1,0 respectivamente para vãos de mais de 30 m até 50 m, de mais de 50 até 70 m e superiores a 70 m.

Nas mesmas pontes o coeficiente do n.º 1, alínea *c*), pode ser reduzido a 1,1 para vãos superiores a 30 m.

Quando a altura do balastro nas pontes de caminhos de ferro fôr superior ao mínimo prescrito de 40 cm (artigo 56.º) os coeficientes 1 *a*) e 2 *a*) da tabela podem ser reduzidos, considerando-se os seguintes valores:

Para $0^m,5$ de altura, 1,45.
Para $0^m,75$ de altura, 1,30.
Para $1^m,00$ de altura, 1,20.
Para $1^m,50$ de altura, 1,10.

Os valores intermédios serão determinados por interpolação.

Estes coeficientes poderão ainda ser reduzidos 10 %, quando não haja juntas de carris ou estas sejam soldadas, de modo que o seu valor nunca seja inferior a 1,0

No cálculo dos pilares ou montantes de betão armado, de elementos dos aparelhos de apoio, de articulações e blocos de apoio de betão armado, e na determinação das pressões nas juntas por cima e por baixo dos aparelhos de apoio, ou, não havendo aparelhos de apoio especiais, nas juntas de apoio das vigas com

a infraestrutura, deverá ser aplicado o coeficiente dinâmico correspondente à parte da construção suportada.

Não será necessário aplicar o coeficiente dinâmico a:

a) Sobrecarga produzida por peões ou ciclistas em passadiços ou passagens em que não possam circular veículos;

b) Sobrecarga sôbre aterros por detrás de encontros;

c) Esforços longitudinais de frenagem.

Art. 17.º *Variações de temperatura e contracção do betão.* — Devem ser tidas em conta as variações da temperatura quando se trata de obras não susceptíveis de se dilatarem livremente (ou que a experiência permita considerar como tais) e quando elas possam produzir tensões consideráveis.

No cálculo dos edifícios e obras análogas não se terão, em geral, em conta as variações de temperatura, desde que se deixem juntas de dilatação com uma largura mínima de 5 mm e a distâncias máximas de 15 m nas partes da obra expostas à acção do tempo e de 25 m nas partes resguardadas ou protegidas.

Nos sistemas estàticamente indeterminados, cujas construções se achem expostas a fortes variações de temperatura, tais como pontes, pórticos, arcos e abóbadas, dever-se-á ter em conta nos cálculos um abaixamento de temperatura de — 15° e um aumento de + 15°, proveniente das variações de temperatura do ar ambiente, quando circunstâncias especiais não indiquem que estes limites se devam ampliar, Admite-se que a temperatura média durante a execução é de 15°.

Tais limites poderão pelo contrário ser reduzidos para ± 10° quando os elementos da obra estejam protegidos contra as variações de temperatura do ar ambiente (tal o caso, por exemplo, de um atêrro) ou que tenham espessura superior a 70 cm.

Só em casos excepcionais se tomará em consideração a variação de temperatura desigual dos elementos componentes de uma obra.

O coeficiente de dilatação térmica linear do betão armado será considerado igual a $\frac{1}{10^5}$.

Deverão também ser tidos em consideração, neste género de construções, os esforços resultantes da contracção do betão durante o endurecimento. Esta contracção poderá ser assimilada, quanto aos seus efeitos, a um abaixamento de temperatura de 15°.

Quando a percentagem das armaduras empregadas seja inferior a 0,5 % deverá ser considerado um abaixamento de 20° em vez de 15°. Aquele valor deverá ser somado algèbricamente ao efeito de temperatura.

CAPÍTULO IV

Normas gerais de cálculo e limites de fadiga

Art. 18.º *Cálculos de resistência.* — Os cálculos de resistência não podem ser feitos por processos empíricos, mas sòmente por métodos científicos baseados em dados experimentais.

Para isso as secções heterogéneas do betão armado serão substituídas por secções fictícias homogéneas, resultantes da transformação das secções metálicas em secções equivalentes de betão pela aplicação de um coeficiente de equivalência *m*, dependente da relação entre os coeficientes de elasticidade dos materiais.

Art. 19.º *Determinação das fôrças externas.* — Os esforços e momentos produzidos pelas fôrças externas serão determinados tendo em consideração as condições mais desfavoráveis das sobrecargas e mais fôrças adicionais, nos termos estabelecidos no capítulo III.

Nas construções estàticamente determinadas, as reacções dos apoios, esforços normais e tangenciais e momentos flectores serão calculados segundo as regras da estática.

Nas construções estàticamente indeterminadas, o cálculo das respectivas incógnitas será feito admitindo-se que o betão resiste à tracção e que o seu coeficiente de elasticidade é de $E_b = 210{:}000$ kg/cm², tanto para tracção como para compressão. O coeficiente de equivalência será:

$$m = \frac{E_a}{E_b} = 10$$

em que E_a é o coeficiente de elasticidade do aço, igual a 2.100:000 kg/cm².

O momento de inércia para a secção total da peça será assim determinado para com o décuplo da secção da armadura correspondente.

§ único. Quando se empreguem cimentos especiais de alta resistência deverão ser tidos em conta os aumentos dos coeficientes de elasticidade pela diminuïção conveniente dos valores de *m*, podendo adoptar-se:

$$m = 7 \quad \text{e} \quad m = 6$$

respectivamente para os cimentos *Portland* de alta resistência e para os cimentos aluminosos.

Art. 20.º *Esforços internos.* — No cálculo das tensões das diferentes partes da construção supor-se-á que as armaduras suportam exclusivamente todos os esforços de tracção e que o respectivo coeficiente de equivalência é $m = 15$, correspondente a um coeficiente de elasticidade do betão $E_b = 140{:}000$ kg/cm².

(Continua)

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

Lições de Álgebra e Análise

Vol. I

Pelo DR. BENTO DE JESUS CARAÇA
Professor do I. S. C. E. F.

Recebemos do Autor, nosso prezado colaborador e ilustre professor, êste magnífico volume onde são tratados os assuntos da 1.ª parte do curso, por êle regido, no Instituto Superior de Ciências Económicas e Financeiras.

Agradecemos a amabilidade da oferta dessa tão útil publicação, cujo interessante prefácio transcrevemos:

«Êste livro contém, como fundo, a primeira parte do curso que há anos venho regendo no Instituto Superior de Ciências Económicas e Financeiras.

Como fundo, porque a cada um dos capítulos dei aqui maior desenvolvimento, não só no âmbito geral da exposição como, e principalmente, na parte complementar respectiva.

Procedi assim, com dupla intenção: a de levar o aluno a travar, ou poder travar, conhecimento com um domínio mais vasto do que aquele que lhe é imediatamente exigido; a de dar ao professor maior mobilidade na escolha anual da matéria a expor.

Creio alcançar assim as vantagens da existência dum livro de curso, evitando, do mesmo passo, os seus inconvenientes.

As vantagens — Consistem, essencialmente, em os alunos, pela certeza de obterem, num repositório de confiança, elementos completos de estudo, terem a possibilidade de seguir, com mais cuidada atenção, a exposição oral, sem serem dela distraídos pela necessidade de escreverem o que ouvem ou vêem escrito no quadro negro. As dificuldades desta dura tarefa (que, quando bem realizada, tem, no entanto, altas virtudes), sensíveis principalmente no primeiro ano do curso, por causa da diferença de regimes entre o ensino secundário e o superior, levam muitas vezes ao recurso a fontes mal seguras de informações, o que importa evitar.

Os inconvenientes — Êsses residem, sobretudo, no perigo de levar os cursos à cristalização à roda daquilo que uma vez se escreveu e, à volta dêsses textos-tabu, *que têm tudo e só o que é preciso para passar nos exames,* se estabelecer uma espécie de contrato, de moral, equívoca, entre mestres e alunos, mastigando todos, uns por pequenas doses, outros por atacado nos exames, o mesmo cozinhado feito há muito em tacho velho.

O livro de curso assim concebido é a *sebenta,* instituïção nefasta, causa, e por si já efeito doutras causas, da fraca vitalidade do nosso ensino superior e, conseqüentemente (na parte que a êste compete), do atrazo da nossa vida mental.

Não tive, ao redigir êste livro, intuitos de originalidade mas simplesmente uma preocupação à *qual tudo foi sacrificado* — a de fazer dêle um instrumento útil de trabalho, não só para aqueles que pela primeira vez abordam o estudo destas matérias e que mais não voltarão a elas (e são em maior número) como também para os que, por necessidade ou inclinação, procuram, num segundo estudo, esclarecer ou aprofundar os seus conhecimentos. Para estes, principalmente, foi organizada cuidadosamente em cada capítulo, uma selecção bibliográfica, de entre os livros que conheço.

Uma observação antes de terminar.

Apresento sistemàticamente, no primeiro capítulo, teorias *analíticas* dos números. Se assim procedo é, não porque lhes reconheça só virtudes sôbre as sintéticas (têm vantagens e têm inconvenientes) mas, simplesmente porque, tendo estas matérias sido tratadas já, duma maneira elementar e orientação sintética, no ensino secundário, me parece útil que o aluno, ao retomar o seu estudo, o faça sob orientação diferente.

A diversidade de métodos, além de alargar horizontes e de dar uma visão mais larga da riqueza do edifício matemático, tem, ainda, outra vantagem — a de permitir o aproveitamento daquelas inclinações que a um só deles ficariam insensíveis e a de provocar sempre, em cada inteligência, o trabalho fecundante do debate.

.....

.....»

DO MUNDO TÉCNICO

O consumo de electricidade nos Estados Unidos e os aparelhos eléctricos

A produção de electricidade pela indústria da luz e energia eléctrica, nos Estados Unidos, durante a semana que findou em 14 de Março p. passado, foi de 1.664.186.000 Kilowatts-hora, segundo o Departamento de Estatística da National Electric Light Association. Tal produção representa um acréscimo de considerável percentagem sôbre a semana precedente motivado pela maior procura de electricidade na costa do Pacífico. Consoante dados recebidos recentemente, a produção de electricidade nos Estados Unidos, durante a

semana de 14 a 21 de Março p. passado, foi de 1.663.208.000 Kilowatts-hora.

A zona que abrange a costa do Atlântico nos Estados Unidos apresenta um acréscimo de 1,3 % em relação ao idêntico período do ano passado, ao passo que a zona compreendida dentro da costa do Pacífico acusa um aumento de 7,8 %.

Quanto aos aparelhos eléctricos, constatámos que o refrigerador eléctrico conquistou o primeiro lugar entre os aparelhos mais importantes no desempenho do serviço doméstico, conforme dados recentemente compilados pelo Departamento de Estatística da Associação acima mencionada.

Ao encerrar de 1930, havia 2.625.000 refrigeradores em uso entre as 20.400.000 residências electrificadas nos Estados Unidos, sendo o consumo total de electricidade nessa categoria de aparelhos eléctricos de mais de um bilião de Kilowatts-hora em 1930. O consumo de corrente representa um aumento de cêrca de 336.000.000 unidades eléctricas ou sejam 45 % sôbre o total do ano precedente. Assim verificou-se que, pela primeira vez, o refrigerador superou a primazia do ferro eléctrico, que, por muitos anos, figurou na dianteira dos utensílios eléctricos de uso doméstico, de maior aplicação da corrente eléctrica. Todavia, quanto ao número em uso, o ferro de engomar constitue ainda o utensílio de mais larga aplicação, seguindo-se-lhe o aspirador de pó, o aparelho de rádio e a máquina de lavar roupa, todos dependentes de electricidade.

(Da Revista Brasileira de Engenharia—Dez 1935)

Construção de um poço para ensaios de resistência a fôrças centrífugas na Fábrica de Dínamos da Siemens-Schukert S. A.

As grandes máquinas eléctricas, antes da remessa ao ponto de destino, são minuciosamente experimentadas e fiscalizadas. As provas a que são submetidas abrangem tanto a parte eléctrica como a mecânica. Ao exame mecânico pertence também a chamada prova de centrifugação, que, por motivos de segurança, é efectuada em poços ou postos especialmente recobertos.

Nesta prova, as máquinas giram, conforme a natureza do accionamento previsto, com velocidades atingindo ás vezes, o triplo das rotações normais. As velocidades circunferenciais máximas das peças em rotação podem até ultrapassar o valor de 400 Km/h.

O poço de prova, em construção, na fábrica «Dynamowerrk» da Siemens-Schuckert, destina-se principalmente ao ensaio dos grandes geradores e motores verticais; entretanto, foi projectado de forma a comportar também as máquinas de eixo horizontal.

Trata-se de uma construção subterrânea de betão armado, com armaduras extrafortes, executada pela Siemens-Brauunion. A impermeabilização do poço foi feita com estacas de ferro; a profundidade útil do poço é de 7,5 m, enquanto a profundidade total excede 9 m. O diâmetro do poço é de cêrca de 12 m, sendo a cobertura constituída por uma estrutura metálica que resiste a cargas de 2500 Kg/m². Tôdas as obras da construção foram realizadas durante o pleno funcionamento da fábrica e ficaram terminadas em 3 meses, tempo extraordinàriamente curto.

Êste poço de centrifugação representa uma das maiores instalações de ensaio dêste género.

(Da Revista Brasileira de Engenharia—Dez 1935)

PUBLICAÇÕES RECEBIDAS

REVISTA POLITÉCNICA—N.os 116, 117, 118, 119 e 120.
REVISTA DA DIRECTORIA DE ENGENHARIA — Janeiro de 1936.
REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA — Dezembro de 1935.
BOLETIM DO INSTITUTO DE ENGENHARIA — Setembro de 1935.
REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS — 1 e 15 de Janeiro de 1936.
REVISTA DA ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS CIVIS — Dezembro de 1935.
CEMENTO — Janeiro de 1936.
L'OSSATURE METALIQUE — Janeiro de 1936.
EL PROGRESO DE LA INGENIERIA—Janeiro 1936.
REVUE DE L'ALUMINIUM — Dezembro de 1936.
REVISTA DEL CENTRO DE ESTUDIANTES DE INGENIERIA — Dezembro de 1936.
REVUE DU NICKEL — N.º 1 de 1936.
ARCA-REVUE — Janeiro de 1936.
SUIZEZ — N.º 1 — 1936.
LA INGENIERIA — Novembro e Dezembro de 1935.
REVISTA SIEMENS — N.º 4 — 1935.
A E C AL DIA — N.º 4 — 1935.
REVISTA DA FACULDADE DE ENGENHARIA — N.º 2 de 1933 — N.º 3 e 4 de 1934.
INGAR — N.º 14.
REVISTA PORTUGUESA DE COMUNICAÇÕES — Janeiro de 1936.
INDÚSTRIA PORTUGUESA — Janeiro de 1936.
REVISTA DE ARTILHARIA — Novembro e Dezembro de 1936.
PORTUGAL CORTICEIRO — 1 e 15 de Janeiro de 1936.
BROTÉRIA — Janeiro de 1935.
SEARA NOVA — N.os 463, 464, 465 e 466.
CLÍNICA HIGIENE E HIDROLOGIA — Novembro de 1935.
BOLETIM GERAL DAS COLÓNIAS — Outubro e e Novembro de 1935.
MEDECINA VETERINÁRIA — Novembro e Dezembro de 1935.
BOLETIM DA ASSOCIAÇÃO CENTRAL DE AGRICULTURA — Dezembrode 1935.
NEPTUNO — Novembro e Dezembro de 1935.
INSTITUTO — Vol. 89 — N.º 1.

ANUNCIAI

NA

"TÉCNICA"

CIMENTO ARMADO

BRITAS LAVADAS E SELECCIONADAS

Os Exm.os Srs. Engenheiros, Arquitectos e Construtores podem obter, quási aos preços das britas ordinárias, as nossas britas lavadas e seleccionadas, que podemos fornecer em 6 calibres diferentes, de tamanhos uniformes com as dimensões seguintes:

GRANULOS		5 m/m
GRANITO	N.º 1	10 »
GRANITO	N.º 2	15 »
MORRAÇA	N.º 1	22 »
MORRAÇA	N.º 2	30 »
CASCALHO		45 »

As nossas britas são produtos perfeitamente lavados que garantem uma perfeita liga ao cimento e que se impõem pelos seus seguros resultados

Especialmente recomendadas para trabalhos de grande responsabilidade, a n/gama de fabrico satisfaz todas as necessidades comerciais do mercado, preenchendo as exigências técnicas da moderna construção

Pedreira e instalação mecânica provida do mais moderno apetrechamento para britar, lavar e seleccionar pedra.

Travessa Francisco Rezende, ao Calhariz de Bemfica

TELEF. BEMFICA N.º 115

Pardal Monteiro, L.da

CIMENTO LIZ
CIMENTO EXTRA-BRANCO
CIMENTO FUNDIDO
CIMENTO RAPIDO

AGUIAR & MELLO LDA.
PRAÇA DO MUNICIPIO, 13
LISBOA

FIBRO-CIMENTO
IMPERMEABILISADORES PARA CIMENTO
TINTAS PARA CIMENTO
ENDURECEDORES PARA CIMENTO

Depositários de

TAM-TEX-Tinta impermeabilizadora de base de cimento para superfícies porosas. Actualmente empregada nas principais construções. **LINDEX**-Tinta de água e óleo. Lavável. Própria para interiores e muito económica. **PATINOL**-Esmalte inglês. **MATINOL**-Tinta de óleo, mate, do mesmo fabricante. **SALITROL**-Pintura de esmalte para paredes interiores húmidas e salitrosas e para estuque ainda fresco. **CASTOR**-Hidrófugo para cimento. O mais económico. **LAPIDOLITH**-Produto endurecedor e impermeabilizador.

OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de Carpintaria de Molde, de Instrumentos de precisão e de Electrotécnica, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de Química analítica, Física industrial e de mineralogia executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

Companhia das Fábricas Cerâmica Lusitânia

Sociedade Anónima de Responsabilidade Limitada

Antiga Fábrica Bessière

12 Fábricas de bons produtos cerâmicos

Sede social: R. DO ARCO CEGO, 88 — LISBOA

Armazem no PORTO — 240, R. Nova do Almada, 253

Escritório das fábricas de COIMBRA — Loreto — Estação

Depósitos próprios de distribuição e venda em:

FARO, SETÚBAL, LISBOA, COIMBRA, VISEU, PORTO e BRAGA

TELEGRAMAS:

Lisboa - EREISSEB

Coimbra-CERAMICA LUSITANA

TELEFONES:

LISBOA..... 547 e 2626 N (P. B. X.)
COIMBRA . 816
PORTO..... 4581
BRAGA..... 132
VIZEU..... 260
SETUBAL.. 435
FARO..... 231

AS MAIORES FABRICAS

DE

LOUÇA SANITÁRIA (1 FÁBRICA)

Retretes, lavatórios, bidets, urinóis, banheiras, pias, retretes turcas, etc.— O melhor fabrico nacional, rivalizando com o melhor estrangeiro

AZULEJOS (2 FÁBRICAS)

Brancos, decorados e artísticos, em pó de pedra e em pasta calcárea (Tipo Espanhol)

LADRILHOS DE CIMENTO (2 FÁBRICAS)

Os mais resistentes, os mais bonitos e os mais baratos

PRODUTOS REFRACTÁRIOS (2 FÁBRICAS)

Barro em pó, tejolos e tejoleiras.— A melhor qualidade e a maior garantia

MOSAICOS CERAMICOS (1 FÁBRICA)

Os mais resistentes, grande variedade de côres e de tipos

TELHAS E TEJOLOS (4 FÁBRICAS)

Todos os modelos e dimensões, a melhor qualidade, a maior produção, o mais baixo preço

TUBOS DE GRÉS (2 FÁBRICAS)

A melhor qualidade.— A maior resistência.— O mais baixo preço

Produção anual: Mais de 50 milhões de produtos

Area construída: mais de 80.000 metros quadrados

1.000 cavalos de fôrça motriz

2.000 operários e empregados

PORTUGUESES! PREFERI OS NOSSOS PRODUTOS!

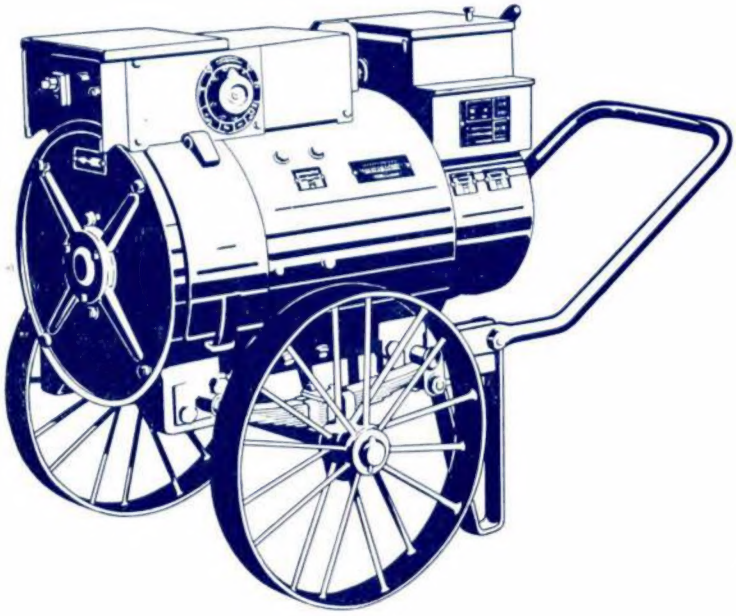
SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

BADEN (SUISSA)

A firma que instalou o maior número de kilowatts nas centrais eléctricas portuguesas

A firma que montou o maior número de turbinas a vapor em Portugal



Grupo transportável para a soldadura eléctrica pelo arco em corrente contínua de 240-300 Amperes

Representante geral: **EDOUARD DALPHIN**
Engenheiro-Delegado

Escritório Técnico: **Rua Passos Manuel, 191, 2.º** — PORTO

Centrais Termo e Hidro-Eléctricas, Sub-Estações Eléctricas
Caminhos de Ferro Eléctricos

TURBINAS DE VAPOR — MUTADORES

Carros Eléctricos — Máquinas de Extracção — Motores Eléctricos

COMANDOS ELÉCTRICOS ESPECIAIS

para as máquinas utilizadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem, Acabamentos, Estamparia, Tinturaria, de Cimento, Moagem, etc.